

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
ROČNÍK XL/1991 ● ● ČÍSLO 3

V TOMTO SEŠITĚ

NOKIA se představuje 81
INTEGROVANÉ OBVODY PRO SPÍNAČE

Spínací obvody prahových úrovní 82

Spouštěcí obvody A301D, A301W 82

Doporučení pro konstruktéry 84

Typická provozní zapojení 86

Spínač prahové úrovně A302D 89

Typická provozní zapojení 91

Spínače prahové úrovně TCA105, B, G, W, BW 92

Typická provozní zapojení 93

Přibližovací spínače TCA205, A, K 94

Příklady zapojení spínače 95

Přibližovací spínače S0272S1, S1K 96

Spínače prahové úrovně TCA345A, W 97

Typická provozní zapojení 98

Spínače prahové úrovně B303D, B304D, B305D, B306D 98

Provozní doporučení 103

Typická provozní zapojení 105

Monolitické integrované obvody pro dotekové spínače 108

SAS660, SAS670, SAS6600, SAS6700, SAS6610, SAS6710 111

Čtyřkanálové spínače UL1958N, UL1959N 113

SAS560S, SAS570S 116

SAS6800, SAS6804 117

SAS6810 118

Světelné diody jako zdroj malého referenčního napětí 119

Křemíkové diody PIN typu BA779, 779S, 885 120

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p.,
113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.

Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel.
26 06 51. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, linka
353, sekretariát linka 355.

Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha
6, Vlastina ul. č. 889/23.

Rozšiřuje Poštovní novinová služba a vydavatelství
MAGNET-PRESS s. p. Objednávky přijímá každá ad-
ministrace PNS, pošta, doručovatel, předplatitelská
střediska a administrace vydavatelství MAGNET-
PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel.
26 06 51-9. Půlroční předplatné 29,40 Kčs. Objedná-
vky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve smečkách 30,
111 27 Praha 1.

Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-
PRESS, inzerční oddělení, Vladislavova 26, 113 66
Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294.

Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor.
Nevyžádané rukopisy nevracíme.

Návštěvy v redakci ve středu od 9 do 16 hodin.

ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 24. 5. 1991.

© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1991

NOKIA SE PŘEDSTAVUJE

Mezi záplavou nejrůznějších firem, které pronikají na náš trh, je i finský koncern NOKIA, jenž je např. výrobcem u nás známých televizních přijímačů Salora. Koncern NOKIA byl založen v roce 1865 a po celou dobu své existence je jednou z nejvýznamnějších soukromých průmyslových společností Finska. Jeho dnes více než 40 tisíc zaměstnanců ve více než 30 zemích vyrábí zboží ročně asi za 9,6 miliard DEM (1990), přitom 70 % výroby se realizuje mimo Finsko. Z celého objemu výroby je více než 90 % elektroniky, NOKIA je třetím největším výrobcem barevných TV přijímačů v Evropě, je jedním z největších výrobců strojů pro výrobu kabelů atd.

Celý koncern se dělí do těchto výrobních skupin:

NOKIA Data: největší podnik technologie pro zpracování dat ve Skandinávii (šestý největší v Evropě);

NOKIA Telecommunications: vyrábí přístroje a systémy pro telekomunikační soukromé i veřejné sítě;

NOKIA Mobil Phones: vedoucí světový výrobce mobilních telefonů všech významných systémů. Je v čele i na konkurenčně náročném americkém trhu;

Nokia Cables and Machinery: světový vedoucí výrobce strojů, výrobních linek a poskytovatel služeb pro průmysl výroby kabelů. Dále má i silnou pozici na poli průmyslových robotů, automatických systémů a výrobků pro přesnou mechaniku. Zabývá se i výzkumem a vývojem vysokonapěťových kabelů a prostředků k optickému přenosu dat;

NOKIA Basic Industries: díky účasti ve společných podnicích (joint venture) je **NOKIA Paper** největším výrobcem hygienického papíru. Továrny na papír a jeho zušlechťování jsou např. kromě Finska i ve Francii, Anglii a Irsku. **NOKIA Rubber** je jedním z předních světových výrobců pneumatik pro traktory (především pro lesní práce). Je vedoucím podnikem na skandinávském trhu pryžových bot, ochranné obuvi a hluk tlumících podlahových krytin. K těmto dvěma podnikům patří ještě **NOKIA Chemicals**, ve Finsku vedoucí výrobce chemikálií pro průmysl dřeva;

NOKIA Consumer Electronics SA: největší skupina celého koncernu sídlí v Ženevě a je třetím největším výrobcem barevných televizorů a obrazovek v Evropě. Současně je to i největší evropský výrobce monitorů a reproduktorů do motorových vozidel. Vedoucím výrobcem (v Evropě) je i v oboru družicového vysílání (vyrábí přijímací zařízení). V ročním průměrném objemu výroby (asi kolem 2,5 miliardy DEM) jsou zahrnuty i videomagnetofony, radiomagnetofony, zařízení hi-fi a další výrobky spotřební elektroniky, které se prodávají pod značkami Nokia, ITT Nokia, Graetz, Schaub-Lorenz, Salora, Oceanic a Luxor. Výrobní závody jsou takřka ve všech evropských zemích od Finska až po Portugalsko. Mezi největší závody této skupiny koncernu patří především

NOKIA Unterhaltungselektronik (Deutschland) GmbH, který sídlí v Pforzheimu. Tomu přísluší řízení, právní otázky, personální záležitosti a public relations následujících závodů v Německu: **NOKIA Electronics** v Bochumu s roční výrobou asi jednoho miliónu barevných televizních přijímačů a dále mobilních telefonů a videomagnetofonů, **NOKIA Display Technics** v Esslingenu, který vyrábí barevné obrazovky (včetně nejmodernějšího typu black planigon), **NOKIA Audio Electronics** ve Straubingu dodává do celého světa reproduktory, hi-fi boxy, transformátory pro TVP, **NOKIA Kunststofftechnik** v Ziemetzhausenu s výrobou dílů z plastických hmot pro TVP, telekomunikační výrobky, techniku pro zpracování dat, lékařské přístroje apod., **NOKIA Graetz Holzwerke** v Geroldsggrunu (dřevěné boxy hi-fi, dřevěné skříně pro zařízení nf techniky a další výrobky spotřební elektroniky), a konečně **Graetz Strahlungsmesstechnik** v Alteně, který vyrábí měřicí přístroje záření, narázu a počasí vzdorné přístroje pro petrochemii a doly, speciální přístroje pro policii, hasiče a pomocné technické provozy.

Jen pro zajímavost: **NOKIA CE** vyrobila za rok 1990 jeden milión šest set tisíc kusů barevných TVP, na rok 1991 je plán asi o 13 % vyšší, plán výroby videomagnetofonů je oproti roku 1990 (500 000 kusů) vyšší asi o 17 %. Kromě toho je tato skupina koncernu exportérem (pro Evropu) všech výrobků celé skupiny **NOKIA Consumer Electronics International SA**.

NOKIA je předním světovým koncernem i ve vývoji a výzkumu. Mezi nejpokročilejší výrobky patří **ASO (Active Sideband Optimum)**, které tak optimalizuje zpracování kmitočtově modulovaných signálů ve videomagnetofonech, že mohly být beze zbytku vypuštěny obvody k potlačení šumu. Mezi dobré výsledky vývojové činnosti patří i hardware a software k digitálnímu ovládání přístrojů a jejich mechaniky. Navíc je **NOKIA** důležitým členem projektu televize s velkou rozlišovací schopností (**High Definition Television**) **Eureka 95**.

Že výroba výrobků **NOKIA** jsou skutečně promyšlené, o tom svědčí i to, že jsou vesměs označovány jako „přihodné k opravám“ (servicefreundlich), u televizních přijímačů se toho dosáhlo kromě jiného i tím, že např. šasi pro monofonní TVP je vyrobeno na jedné desce s plošnými spoji (vysoce automatizovaným výrobním postupem), přitom mechanické díly představují vždy samostatnou „montážní“ skupinu (důležité pro výrobu různých typů TVP se stejným základním šasi). Totéž platí i o kompletním šasi pro TVP s možností stereofonního nebo několikakanálového přímého zvukového doprovodu — to má rozměry odpovídající všem typům televizorů, které se v této kvalitativní třídě v koncernu **NOKIA** vyrábějí; navíc má základní deska konektory pro připojení nejrůznějších doplňujících modulů — teletex-

tového, stereofonního atd. Zajímavá je i koncepce šasi DIGI BE-2, jehož název vychází ze skutečnosti, že umožňuje značnou měrou digitálně zpracovávat obrazový i zvukový signál. Šasi je osazeno stereofonním dekodérem NICAM, integrovaným tunerem pro příjem družicového vysílání i v systému MAC (šířka pásma 12 MHz) nebo dvojnásobným tunerem pro systém PIP (picture in picture), který umožňuje kdykoli kromě přijímaného obrazu zobrazit ve výřezu obrazovky až tři jiné

programy („z antény“, videomagnetofonu či videodesek). „Čilost“ koncernu NOKIA nepřímou vysvětluje i z toho, že jako první TVP s teletextem, který měl diakritická znaménka české a slovenské abecedy, byl právě TVP Salora.

V oboru přístrojů pro příjem družicového vysílání vyrábí NOKIA komplexní sortiment od parabolické antény a jejího příslušenství přes konvertor, přijímač, polarizér, ovládací jednotku, interface, aktuátor až po soupravy spojovacího materiálu. Např. přijímač

Astra 5902 podle odborné literatury představuje špičku mezi přijímači, umožňuje příjem signálů z družic Astra i Kopernikus, Eutelsat i Intelsat; přijímač má vstup i výstup pro deskrambler a dekodér vysílání v systému MAC.

Dostanou se výrobky této firmy ve větší míře i na náš trh? Při dobře zajištěném servisu by asi pomohly rozšířit nabídku jakostního zboží, kterého v nově vznikajících obchodech není právě nadbytek, spíše naopak.

— LK —

ZAJÍMAVÉ INTEGROVANÉ OBVODY

Vítězslav Stríž

V průmyslové elektronice se stále více vyžaduje spínání prahových napěťových úrovní, které se periodicky či neperiodicky opakují. Napěťové signály pro spínání polovodičových spínačů dodávají indukční, fotoelektrické, bezkontaktní či jiné snímače polohy, pohybu, světla apod. Protože konstrukce prahových spínačů s diskretními součástkami jsou značně rozměrné a nákladné, vyvíjejí výrobci polovodičových součástek speciální integrované obvody pro uvedená použití.

Smyslem vývoje integrovaných obvodů pro prahové spínače je především minimální počet vnějších součástek, potřebných pro chod spínacího systému, napájecí napětí bývá v rozsahu běžně používaných zdrojů (napětí od 5 V do 24 V), obvody poskytují možnost použít dva doplňkové výstupy a zaručují slučitelnost se všemi vyhodnocovacími systémy, osazenými logikou TTL, DTL, MOS, CMOS či reléovými systémy. V neposlední řadě se u nich vyžaduje široký rozsah pracovních teplot od -25 do +85°C, neboť ten je nutný při řízení průmyslových procesů.

Následující popisy mají podat čtenářům základní informace o jednotlivých dostupných prahových spínačích a jejich použití. Pro úplnost je třeba dodat, že zatím největší sortiment integrovaných prahových spínačů vyrábějí firmy Siemens a Halbleiterwerk Frankfurt/Oder (HFO).

Spouštěcí obvody A301D, A301W

Bipolární integrované obvody A301D, A301W z výroby HFO jsou spouštěcí obvody, vhodné pro indukční přiblížovací, polohová, kruhová nebo drážková senzorová zapojení, rovněž pro spínače prahové úrovně, fotoelektrické spouštěcí zapojení, bezkontaktní spínače a jiná všeobecná použití.

Funkční skupinové zapojení dvou obvodů je na obr. 1. Obvody sdružují čtyři funkční skupiny – zesilovač, který se součástkami vnějšího laděného obvodu pracuje jako oscilátor, spínač prahové úrovně a výstupní stupeň. Stabilizační obvod zajišťuje napájení všech stupňů stabilizovaným napětím 2,9 V.

Zesilovač s vnějšími součástkami je nejdůležitější částí integrovaného obvodu, neboť s jeho pomocí se uskutečňuje spínací funkce. K rozpoznání provozního stavu nebo klidu oscilátoru slouží vyhodnocovací stupeň prahových hodnot. Za ním pak následuje

je klopný obvod s velkou hysterezí, kterým se předejde případnému nestálému výstupnímu signálu v pásmu přechodu. Výstup klopného obvodu je připojen ke vstupu budiče, na jehož výstupu se může odebírat doplňkový výstupní signál.

Elektrické údaje obou typů integrovaných obvodů jsou v tab. 1. Jsou měřeny v měřicím zapojení podle obr. 2 s tím, že obvod pracuje s připojeným rezonančním obvodem s kmitočtem 100 kHz a paralelním odporem 20 kΩ. Elektrické vlastnosti obou součástek jsou shodné, rozdíl spočívá pouze v pouzdru. Obvod A301D je v pouzdru DIL-14 s 2× sedmi vývody, obvod A301W v pouzdru DIL-8 s 2× čtyřmi vývody ve dvou řadách s odstupem 2,5 mm a odstupem řad vývodů 7,5 mm.

Funkce vývodů

Obvod A301D: 2 – vstup I₂; 3 – vstup I₁; 4 – výstup O₁; 5 – výstup O₂; 6 – výstup Q; 9 – zemnicí bod; 10 – výstup Q; 11 – přípoj napájecího napětí U_{CC}; 12 – přípoj vnějšího kondenzátoru C; 13 – výstup stabilizovaného napětí O_{AU}; 1, 7, 8, 14 – nezapojené vývody.

Obvod A301W: 1 – vstup I₁; 2 – výstup O₁; 3 – výstup O₂; 4 – výstup Q; 5 – zemnicí bod; 6 – výstup Q; 7 – přípoj napájecího napětí U_{CC}; 8 – přípoj vnějšího kondenzátoru C. U tohoto obvodu není vyvedeno vnitřní stabilizované napětí.

Funkce obvodu

Protože popisovaný obvod nemá žádnou obdobu mezi domácími součástkami, popíšeme jednotlivé funkční skupiny na základě úplného elektrického zapojení na obr. 3 podrobněji.

Stabilizační zapojení slouží k zajištění funkce celého integrovaného obvodu při jeho napájení v širokém dovoleném rozsahu napětí od 4,75 do 27 V. Jeho funkce současně zajišťuje nezávislost pracovního proudu obvodu I_{CC} na použitím napájecím napětí. Celá funkční skupina stabilizátoru je na obr. 4.

Tranzistor T₄ pracuje jako sériový regulační tranzistor. Jako referenčního prvku se využívá pěti, ve vodivém směru sériově zapojených cest emitor–báze tranzistorů (vlastně diod D₁ až D₅). Tím je dána velikost vnitřního stabilizovaného napětí U_{int}, které je 2,9 V. Je to přibližný součet napětí sériově v propustném směru zapojených dráh emitor–báze. Toto napětí je vyvedeno rovněž na vývod O_{AU} (vývod 13, pouze u typu A301D). Napětí U_{int} je zvoleno tak malé proto, aby se

dosáhlo spolehlivého stabilizovaného účinku i při dolní hranici přípustného provozního napětí (4,75 V). Vývod O_{AU} vnitřního stabilizovaného napětí se může využít pouze v případě, že odebraný proud nepřekročí 1 mA. Tranzistor T₄ je proveden se dvěma emitory, aby byl dobře oddělen oscilátor od ostatních funkčních skupin obvodu.

Konstantní proud pro řetěz referenčních diod D₁ až D₅ je dán tranzistorem T₂, který tvoří s tranzistorem T₁ proudové zrcadlo. Celek se může považovat za zdroj konstantního proudu. Tranzistor T₂ současně dodává proud báze regulačním tranzistorům T₃ a T₄, které spolu s rezistorem R₂ a diodami D₁ až D₅ tvoří další zdroj konstantního proudu. Dolní zdroj dodává proud

$$I_{C3} \approx \frac{4U_{BE}}{R_2} \approx 1 \text{ mA.}$$

Proud I_{C2} vypočteme ze vztahu

$$I_{C2} = \frac{B_p}{B_p + 2} I_O.$$

Jestliže zanedbáme R₁, dostaneme proud referenčního napětí ze vztahu

$$I_{REF} \approx \frac{B_p}{B_p + 2} I_{C3} - I_{B3} - I_{B4},$$

kde B_p je proudové zesílení tranzistorů T₁ a T₂ (p–n–p).

Zvolíme-li konstantní zatížení stabilizačního obvodu, bude jakost stabilizace při změnách napájecího napětí ovlivňována v podstatě konečnými výstupními proudy obou zapojení zdroje konstantního proudu. V našem případě stabilizace plně vyhovuje.

Určitým nedostatkem by byl provoz bez rezistoru R₁, což by způsobovalo potíže s náběhem funkce stabilizační části, i když zapojení může spolehlivě pracovat za stálých pracovních podmínek i bez tohoto rezistoru a napájecí proud je přitom téměř konstantní v rozsahu napájecího napětí 4,75 až 27 V. Tento nedostatek spolehlivě vyřeší použití náběhového rezistoru R₁, který zaručuje dobrý náběh funkce stabilizátoru. Na rezistor R₁ se klade jediný požadavek – jeho odpor má být co největší, neboť pro funkci postačí již malý náběhový proud. Pro úplnost je třeba dodat, že napětí mezi diodami D₃ a D₄ se používá k nastavení pracovního bodu klopného obvodu.

Hlavní funkční částí obvodu je oscilátor. Vnitřní elektrické zapojení oscilátoru spolu s potřebnými vnějšími součástkami je na obr. 5. Mezi emitorem tranzistoru T₆ a bází T₃ vzniká přes indukčnost rezonančního obvo-

Tab. 1: Elektrické údaje spouštěcích obvodů A301D, A301W

Mezní údaje	
Napájecí napětí ¹⁾ , U_{CC} [V]	4,75 až 27
Výstupní napětí – úroveň H, U_{OH} [V]	0 až 27
Výstupní proud – úroveň L, I_{OL} [mA]	0 až 50
Proudové zatížení vnitřního stabilizovaného napětí, $-I_{13}$ [mA]	0 až 1
Rozsah pracovní teploty okolí ²⁾ , ϑ_a [°C]	-25 až +70
Rozsah skladovací teploty, ϑ_{stg} [°C]	-40 až +140
Charakteristické údaje	
Platí při $\vartheta_a = 25^\circ\text{C} \pm 5\text{K}$, měřeno v zapojení podle obr. 2.	
Spotřeba napájecího proudu ³⁾ $U_{CC} = 27\text{V}$, I_{CC} [mA]	jmen. 10,7; $\leq 18,5$
Výstupní napětí – úroveň L ⁴⁾ výstup Q nebo \bar{Q} , U_{OL} [mV]	jmen. 65; ≤ 350 jmen. 195; ≤ 1150
Vnitřní stabilizované napětí, U_{13} [V] $U_{CC} = 4,75\text{V}$, $-I_{13} = 1\text{mA}$	jmen. 2,9
Výstupní proud – úroveň H ⁵⁾ výstup Q nebo \bar{Q} , I_{OH} [μA] $U_{CC} = 4,75\text{V}$, $U_{OH} = 27\text{V}$, $R_3 = R_4 = 520\ \Omega$	jmen. 0,5; ≤ 20
Informativní údaje	
Připustná zatěžovací kapacita výstup stabilizovaného napětí O_{AU} , $C_{13\text{max}}$ [nF]	jmen. 47
Maximální spínací kmitočet f_{max} [kHz] $U_{CC} = 5\text{V}$, $C_{12} = 1,5\text{nF}$; $R_3 = R_5 = 6\text{k}\Omega$ $R_3 = R_5 = 2,7\text{k}\Omega$	jmen. 17,5 jmen. 20,5

du z hlediska stejnosměrného proudu zkrat. Tím jsou pevně určeny prakticky všechny proudy a napětí. Protože napětí U_{int} je přibližně rovno $4U_{BE}$, můžeme ostatní napětí odhadnout.

Je-li $R_4 \ll R_3$, platí

$$U_{BT5} = U_{ET6} \sim 1U_{BE},$$

$$U_{BT5} = U_{CT5} \sim 2U_{BE},$$

$$U_{ET6} \sim 1U_{BE}.$$

Je-li poměr odporového děliče $R_6 : R_5 = 2$, platí

$$U_{CT6} \sim 3,5U_{BE},$$

$$U_{ET7} \sim 2,5U_{BE}.$$

Protože vyvažovací rezistor R_V má zpravidla větší odpor než rezistor R_6 , ovlivňuje proud protékající tímto rezistorem statické vlastnosti obvodu jen nepatrně. Rezistor R_8 má odpor $500\ \Omega$ a slouží jako ochranný rezistor.

Proudy jsou následující

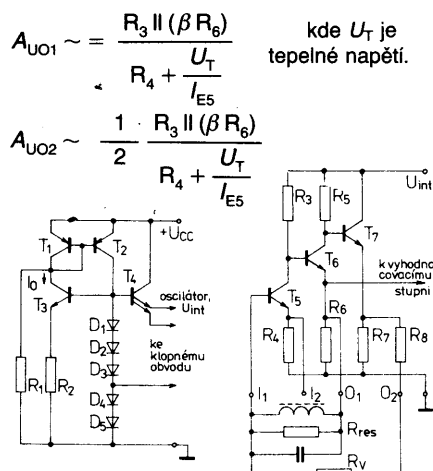
$$I_{ET5} \sim 0,28\text{mA}, I_{ET6} \sim 1,5\text{mA}, I_{ET7} \sim 0,35\text{mA}.$$

Rezistor R_7 slouží k nastavení stabilního pracovního bodu tranzistoru T_7 . Po stránce dynamické představuje zapojení oscilátoru zapojení se dvěma zpětnovazebními smyčkami, jejichž signály jsou fázově posunuty o 180° . Prakticky je to provedeno vazbou reálnými rezistory R_8 a R_V a komplexní zpětnou vazbou paralelním laděným obvodem. Tranzistorový stupeň T_7 s rezistorem R_7 působí pouze jako oddělovací stupeň a zajišťuje zpětnou vazbu s malou impedancí.

Výstup oscilátoru má malou impedanci, takže vyhodnocovací stupeň neovlivňuje funkci oscilátoru. Ze stejnosměrného pracovního bodu lze odvodit rozkmit oscilačního napětí na výstupu O_1 ($U_{O1} \sim U_{BE} \sim 0,7\text{V}$). V důsledku malého provozního napětí oscilačního stupně byl zvolen poměr odporů $R_5/R_6 = 0,5$, proto kladné špičky napětí na výstupu O_1 spolehlivě aktivují následující vyhodnocovací zapojení.

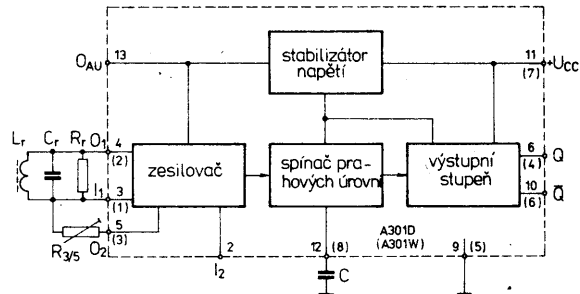
Jestliže se rozdělí oscilační stupeň v zesilovači a zpětnovazební smyčky, dostaneme náhradní zapojení podle obr. 6. Zesilovací činitel lze přibližně určit pomocí vztahů

Obr. 3: Vnitřní elektrické zapojení spouštěcích obvodů A301D, čísla vývodů v závorkách platí pro A301W



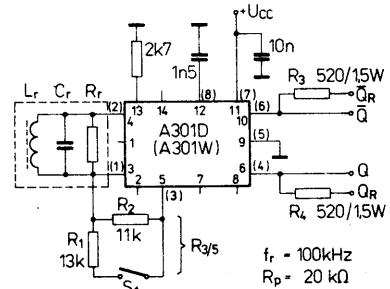
Obr. 4: Elektrické zapojení stabilizátoru napětí ve spouštěcím obvodu A301D

- 1) Při napětí menším než 4,75 V není zaručena funkce obvodu.
- 2) S ohledem na teplotní závislost charakteristických údajů se musí v kritických případech posoudit vhodnost použití s ohledem na spolehlivý chod v zamýšleném rozsahu pracovních teplot.
- 3) Spínač S_1 sepnut, výstupy Q nebo \bar{Q} jsou otevřeny.
- 4) Spínač S_1 sepnut, na výstupu Q úroveň L, popř. S_1 otevřen, na výstupu \bar{Q} úroveň L.
- 5) Před měřením se přepnou výstupy Q, popř. \bar{Q} z úrovně L do úrovně H.

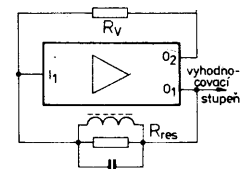


Obr. 1: Funkční skupinové zapojení spouštěcích obvodů A301D, čísla vývodů v závorkách platí pro A301W

Obr. 2: Měřicí zapojení spouštěcích obvodů A301D, čísla vývodů v závorkách platí pro A301W

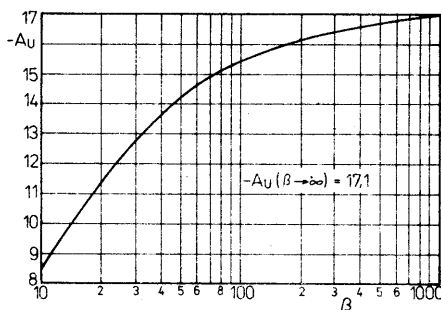


Průběh zesílení A_{UO2} v závislosti na zesilovacím činiteli β je na obr. 7. Z průběhu můžeme rozeznat, že oscilátor pracuje s menším zesílením. Zesílení určuje první stupeň s tranzistorem T_5 .

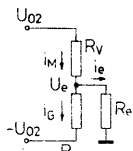


Obr. 6: Zjednodušené zapojení funkční skupiny oscilátoru obvodu A301D

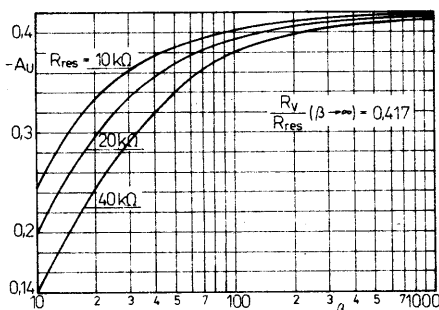
Obr. 5: Elektrické zapojení oscilátoru ve spouštěcím obvodu A301D



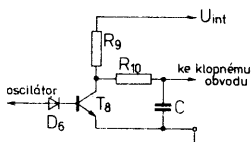
Obr. 7. Závislost napětového zesílení v závislosti na proudovém zesílení β s malým signálem; při velmi velkém proudovém zesílení (∞) je napětové zesílení zesilovače 17,1



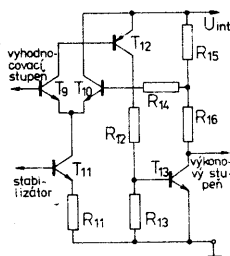
Obr. 8. Náhradní zapojení pro výpočet vyvažovacího rezistoru R_V



Obr. 9. Závislost poměru rezistoru R_V/R_{res} k proudovému zesílení β s malým signálem



Obr. 10. Elektrické zapojení vyhodnocovacího stupně spouštěcích obvodů A301D



Obr. 11. Elektrické zapojení klopného obvodu spouštěcích obvodů A301D.

Odpor rezistoru R_V s ohledem na výrobní rozptýlení jednotlivých kusů obvodů A301D se může určit ze závislosti $R_V = f(\beta)$ na obr. 9. Potřebné náhradní zapojení je uvedeno na obr. 8.

Za předpokladu, že $A_U = A_{UO1}$, bude

$$A_{UO2} = -\frac{1}{2} A_U,$$

$f_{OSC} = f_{res}$ rezonančního obvodu, R_{res} je rezonanční odpor laděného obvodu při $f_{OSC} = f_{res}$, dále platí, že

$$I_M = I_e + I_G,$$

$$I_M = \frac{U_{O2} - U_e}{R_V},$$

$$I_e = \frac{U_{O1} + U_e}{R_{res}}.$$

Po úpravách dostaneme konečný vztah

$$\frac{R_V}{R_{res}} = \frac{\frac{A_U}{2} - 1}{\frac{R_{res}}{r_e} + A_U + 1}.$$

Protože vstupní odpor r_e zesilovače má konečnou velikost, je poměr R_V/R_{res} rovněž funkcí rezonančního odporu. Na obr. 9 jsou znázorněny průběhy pro rezonanční odpor $R_{res} = 10 \text{ k}\Omega$, $20 \text{ k}\Omega$ a $40 \text{ k}\Omega$.

Uvedený popis platí pro bod nasazení oscilací. Protože však integrované spínací obvody nepracují s přesným sinusovým napětím a vysazování oscilací není vyloučeno, může být v praxi zpětná vazba intenzivnější, tzn. R_V , popřípadě R_{res} může být menší než jejich vypočtená velikost. V určitých případech bude potřebné volit odpor R_V jako dílčí nebo proměnný. Tento případ nastane, jestliže oscilátor v podstatě pracuje, avšak zpětná vazba je realizována z výstupu O_2 na vstup I_1 jako vyvažovací rezistor a pomocná vazba z výstupu O_1 na vstup I_1 jako sériový laděný obvod. Vlivem působení rezistoru R_8 je jakost sériového laděného obvodu velmi malá.

Vyhodnocovací stupeň se skládá z tranzistoru T_8 , diody D_6 , rezistorů R_9 , R_{10} a vnějšího kondenzátoru C . Jeho úkolem je spolehlivě a jednoznačně rozeznat, zda oscilátor kmitá či nikoli. Zapojení tohoto stupně je na obr. 10.

Na výstupu oscilátoru O_1 se v klidovém stavu oscilátoru vytvoří stejnosměrné napětí, složené z $U_{BE5} + U_{R4} \sim 1 U_{BE}$ (oscilátor nekmitá). Toto napětí není schopno překonat přípustné napětí diody D_6 a tranzistoru T_8 a vybudit jej. Jestliže oscilátor nekmitá, je tranzistor T_8 uzavřen a na vývodu C je napětí přibližně stejné jako U_{int} .

Jestliže oscilátor kmitá, bude na výstupu uvedený stejnosměrný napětí smíšen s napětím střídavým, jehož amplituda je asi $1 U_{BE}$. Tranzistor T_8 bude vybuděn kladnými špičkami střídavého napětí, neboť pro vybudění postačí nepatrný proud báze. Tato podmínka se musí spolehlivě dodržet v celém rozsahu provozních teplot. Proto se musí přesně vyvážit velikost proudu I_{ET5} rezistoru R_4 a proudu báze I_{BT8} , potřebného pro nasycení tranzistoru T_8 . Odpor rezistoru R_4 podstatně ovlivňuje zesílení oscilátoru, s čímž se musí počítat za všech okolností.

Není-li k vývodu C připojen kondenzátor, vznikne na kolektoru T_8 napětí pravouhlého průběhu, neboť klopný obvod bude řízen v rytmu kmitočtu oscilátoru. Na výstupech Q a \bar{Q} bude signál s kmitočtem oscilátoru a s pravouhlým průběhem.

Při normálním provozu postačí jeden kondenzátor, připojený k vývodu C . Rezistor R_{10}

pracuje jako ochranný prvek tranzistoru T_8 , omezuje vybíjecí proud a současně tvoří s vnějším kondenzátorem C vybíjecí časovou konstantu, danou vztahem

$$\tau_{vyb} = R_{10} C.$$

Je-li rezistor $R_9 = 8,2 \text{ k}\Omega$ a $R_{10} = 1 \text{ k}\Omega$, je poměr vybíjecí a nabíjecí

$$\frac{\tau_{vyb}}{\tau_{nab}} = 0,11.$$

Odtud je možné odvodit, že tranzistor T_8 musí být otevřen déle než 11 % trvání periody, aby se překonala dolní spouštěcí úroveň.

Zapojení celého výkonového klopného obvodu se skládá z vlastního klopného obvodu (obr. 11) a výkonového stupně. Výkonový stupeň pracuje podle běžných zvyklostí. Je však třeba upozornit, že tranzistor T_{14} vyrábí „antivalenční“ signály, výstupy je možné zatěžovat proudem do 50 mA, kolektory tranzistorů T_{14} a T_{15} jsou připojeny přímo na napájecí napětí U_{CC} , takže těmito součástkami není přetěžován vnitřní stabilizátor.

Jestliže oscilátor nekmitá (tranzistor T_8 je uzavřen), jsou tranzistory T_9 , T_{12} a T_{13} vodivé. Tranzistor T_9 a T_{10} tvoří diferenční zesilovač. Zatímco napětí báze T_9 je poněkud menší než vnitřní napětí U_{int} , bude napětí na bázi tranzistoru T_{10} určeno v podstatě odpory rezistorů R_{15} a R_{16} . Zanedbáme-li vliv odporu rezistoru R_{14} a saturačního napětí T_{13} , platí vztah

$$U_{BT10} = U_{int} \frac{R_{16}}{R_{16} + R_{15}} \sim 1,7 \text{ V}.$$

Vypočtené napětí odpovídá prahovému napětí, které musí být menší, aby se klopný obvod překlápěl. Proto musí být tranzistor T_{10} vodivý, tranzistory T_9 , T_{12} a T_{13} uzavřeny. Napětí na bázi T_{10} je o několik desetin voltu menší než napětí U_{int} , tím je určeno horní prahové napětí klopného obvodu. I tady se musí počítat s vlivem proudu báze T_{14} . Ostatní součástky D_4 , D_5 , T_{11} a R_{11} tvoří zapojení konstantního proudu diferenčního zesilovače.

Doporučení pro konstruktéry

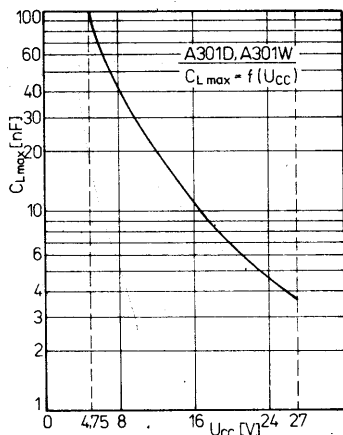
Deska s plošnými spoji má mít co největší měděné plochy kolem obvodu A301D, A301W. Přívod napájecího napětí U_{CC} se musí blokovat kvalitním kondenzátorem 10 až 100 nF vůči zemi. Vývody kondenzátoru musí být co nejkratší, kondenzátor se musí umístit co nejbližší k vývodům integrovaného obvodu. Uvedeným opatřením se zabrání nežádoucímu rušení.

Vývod vnitřního stabilizovaného napětí O_{AU} se smí zatěžovat proudem nejvýše 1 mA. Blokování vývodu je dovoleno, pokud je kapacita použitého kondenzátoru menší než 47 nF.

Maximální přípustná zatěžovací kapacita výstupů Q , popřípadě \bar{Q} se musí volit podle použitého napájecího napětí (podle diagramu na obr. 12).

Zpětnovazební rezistor, potřebný k vybudění oscilací (R_f), se připojuje mezi vývody I_1 a O_2 . Jeho odpor se vypočte podle přibližného vztahu $R_f \sim 0,3$ až $0,5 R_s$, kde R_s je rezonanční odpor použitého paralelního laděného obvodu. Odpor rezistoru R_f má být větší než 3 k Ω . Nedodrželi-li se tato podmínka, může se nevhodně posunout pracovní bod oscilátoru.

Použije-li se obvod A301 jako Schmittův klopný obvod, musí být napětí na vstupu C v rozsahu $-0,7 \text{ V} \leq U_{12} \leq O_{AU}$. V uvedeném provozu se zkratují vývody I_1 a O_1 , čímž se uvede mimo provoz funkční část oscilátoru. Jestliže se při provozu jako klopný obvod použije i část oscilátoru, slouží vývod I_1 jako vstup a obvod A301 se může používat jako citlivý spouštěcí obvod s mezními údaji:



Obr. 12. Závislost maximální zatěžovací kapacity výstupů C_L na napájecím napětí spouštěcích obvodů A301D

$$I_{1 \max} = 2 \text{ mA}, U_{11 \min} = -5 \text{ V}.$$

Uvedená doporučení platí rovněž pro obvod A301W, jestliže se vývody příslušně přechísľují.

Zapojení vstupů – vývod 3

Použije-li se obvod A301D jako spínač prahových úrovní v zapojení podle obr. 13, využije se funkční skupina oscilátoru jako předzesilovač. Musí se však dodržet mezní údaj proudu vývodu 3 max. 2 mA a napětí min. -5 V. Tím se zabrání přetížení nebo zničení tranzistoru T_5 .

Rezistor R slouží k nastavení velikosti hystereze spínače prahových úrovní. Jeho odpor se má pohybovat v rozmezí $1 \text{ k}\Omega < R < \infty$. K odhadu minimálního odporu rezistoru použijeme vnitřní zapojení integrovaného obvodu podle obr. 14a. Aby byl tranzistor T_8 vodivý a mohl ovlivňovat následné funkční skupiny obvodu, je zapotřebí napětí na emitoru tranzistoru T_6 (U_{ET6}) přibližně $2U_{BE}$, asi 1,4 V. Při nekonečném odporu rezistoru R to bude tehdy, bude-li T_5 v nevodivém stavu. S přihlédnutím k náhradnímu zapojení (obr. 14b) platí v tomto případě vztah

$$I = \frac{U_{int} - U_{CE \text{ sat}}}{250 \Omega + 500 \Omega \parallel (R + 200 \Omega)}$$

Bude-li R' rovno $500 \Omega \parallel (R + 200 \Omega)$, $U_{int} = 2,9 \text{ V}$, $U_{CE \text{ sat}} = 0,3 \text{ V}$ a zanedbáme-li proud báze tranzistoru T_8 , což je přípustné až do prahové úrovně $U_{E6} = 2U_{BE}$, dostaneme

$$U_{E6} = \frac{2,6 \text{ V} \cdot R'}{250 \Omega + R'}$$

Pro napětí $U_{E6} = 2U_{BE}$ budou odpory rezistorů $R' = 290 \Omega$, $R_{min} = 500 \Omega$. Volí-li se odpor $R_{min} = 1 \text{ k}\Omega$, zohledňují se tím případné tolerance integrovaného obvodu, vliv teploty na jeho vlastnosti a navíc spolehlivost funkce.

Napětí hystereze $U_H = U_{E5H} - U_{E5L}$ se při rezistoru $R_{min} = 1 \text{ k}\Omega$ zvětší na velikost asi 100 mV. Potřebné napětí na vývodu 3 se vztahuje k $U_{E5} + U_{BE}$, teplotní součinitel je obvykle jako u napětí báze-emitor od -2 mV do +2,6 mV/K, pro napětí $U_1 < 0,7 \text{ V}$ je na výstupu Q úroveň H, na výstupu \bar{Q} úroveň L, pro $U_1 > 0,8 \text{ V}$ je na výstupu Q úroveň L, na výstupu \bar{Q} úroveň H.

Vývod 12 – vývod pro připojení kondenzátoru C

Na obr. 15 je obvod A301D zapojen jako Schmittův klopný obvod s velkou hysterezi. Zkratováním vývodů 3 a 4 se vyřadí z činnosti část oscilátoru, tranzistor T_8 je uzavřen.

Prahové napětí U_{12L} , popříp. U_{12H} se získá použitím odporového děliče R_{15} a R_{16} , popříp. z vnitřního napětí U_{13} . Výrobce uvádí reprezentativní naměřené napětí

$$U_{12L} = 1,54 \text{ až } 1,63 \text{ V (střed } 1,6 \text{ V)},$$

$$U_{12H} = 2,62 \text{ až } 2,74 \text{ V (střed } 2,7 \text{ V)}.$$

Teplotní závislost prahového napětí je -4 mV/K při napětí U_{12H} a -2,2 mV/K při U_{12L} . Výstupní napětí U_{12} je omezeno na rozsah od $-0,7 \leq U_{12} \leq U_{13}$. Průchozí charakteristika napětí U_{12} , vztažena k výstupnímu napětí Q, je na obr. 16. Maximální pracovní kmitočet obvodu A301D (při provozu jako Schmittův klopný obvod) je dán vztahem

$$f_{\max} = \frac{1}{t_{DLHQ} + t_{DHLQ}}$$

a je přibližně 200 kHz. Při návrhu pracovního zapojení se musí respektovat, že je vstup C (vývod 12) zatížen sériově zapojenými vnitřními rezistory R_9 a R_{10} (asi 10 k Ω) vůči stabilizovanému napětí U_{13} .

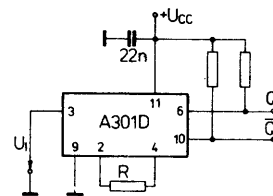
Zapojení výstupů Q a \bar{Q} – vývody 6 a 10

Výstupním tranzistorům hrozí nebezpečí poškození při kapacitním nebo indukčním přetížení. Kondenzátor, připojený mezi vývod 6 (popříp. 10) a zem (obr. 17a), se během závěrného cyklu nabije přes zatěžovací rezistor R_L na napětí U_{CC} , během vodivého cyklu se náboj kondenzátoru vybíjí přes tranzistor T_{15} (popříp. T_{16}). V průběhu nabíjecího a vybíjecího pochodu není ve vybíjecím obvodu zapojena žádná součástka, která by omezovala protékající proud s výjimkou malých vnitřních odporů tranzistorů. Při kapacitní zátěži se ve výstupních tranzistorech podstatně zvětší proudy a tím též ztrátový výkon až na nebezpečnou velikost, která může ohrozit funkci tranzistorů. S ohledem na geometrii systému a tepelnou časovou konstantu tranzistorů T_{15} , popříp. T_{16} je na obr. 12 zobrazena křivka maximálně přípustné zatěžovací kapacity C_L v závislosti na napájecím napětí obvodu A301D.

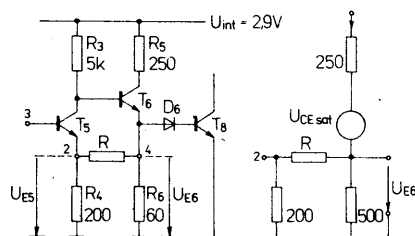
U indukční zátěže se musí výstupy opatřit náběhovými diodami, paralelně připojenými k indukčnosti (cívka relé apod.) podle obr. 17b, kterým se omezí napětí ve zpětném směru při vypínání na velikost $U_{CC} + U_D$, kde U_D je propustné napětí použité diody. Účinná ochrana je možná jen tehdy, použijí-li se k ochraně rychlé diody. Diody musí mít kratší spínací časy než chráněný tranzistor. Proto se doporučuje používat k ochraně rychlé křemíkové diody, např. TESLA KA206, KA207, 1N4148 apod.

Výstup stabilizovaného napětí O_{AU} – vývod 13

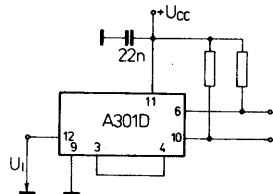
Protože z výstupu O_{AU} je dovoleno odebrat proud nejvýše 1 mA, je v mnoha případech nutné připojit mezi vývod 13 a zem kondenzátor C_S podle zapojení na obr. 18, který slouží jako krátkodobý proudový akumulátor. Po připojení napájecího napětí na integrovaný obvod se kondenzátor C_S nabije přes tranzistor T_4 , přičemž vznikají v tranzistoru špičkové ztrátové výkony okolo 2,6 W (při napájení napětím 27 V). S ohledem na tepelnou časovou konstantu se musí vypočítat největší kapacita $C_{S \max}$ kondenzátoru tak, aby se tranzistor T_4 nepřetížil a nepoškodil. Zapnutí napájecího napětí se přitom posuzuje jako jednorázový pochod. Největší paměťová kapacita se připoustí bez zvláštních opatření max. 47 nF. Kapacitu kondenzátoru C_S je možné zvětšit na libovolnou velikost, splní-li se podmínka $R_V C \geq 12C_S$. To znamená, že náběh napájecího napětí přivedeného na vývod 11 musí být podstatně pomalejší než na vývodu 13. Odpor rezistoru R_V se proto musí volit tak, aby bylo napětí U_{11} vždy spolehlivě větší než 4,75 V. Koncový stupeň obvodu se může připojit jako obvykle přímo na napájecí napětí.



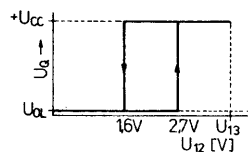
Obr. 13. Základní zapojení obvodu A301D jako spínač prahové úrovně



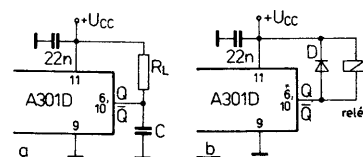
Obr. 14. Zapojení slouží k odhadu minimálního odporu rezistoru R ; a – elektrické zapojení; b – náhradní zapojení



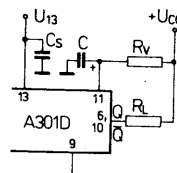
Obr. 15. Integrovaný obvod A301D zapojený jako Schmittův klopný obvod s velkou hysterezi



Obr. 16. Charakteristika hystereze Schmittova klopného obvodu s obvodem A301D



Obr. 17. Způsob připojení zátěže k výstupům obvodu A301D; a – kapacitní zátěž; b – indukční zátěž



Obr. 18. Způsob připojení paměťového kondenzátoru C_S a zapojení odporových prvků k omezení špičkových proudů obvodu A301D

Slučitelnost s logickými systémy

Integrovaný obvod A301D (A301W) se vyznačuje slučitelností s několika logickými systémy, především s logikou TTL, MOS, CMOS a spínacími obvody s germaniovými tranzistory p-n-p.

Vzájemné propojení obvodu A301D a logických členů TTL je zřejmé ze zapojení na obr. 19. Maximální zatěžovací činitel výstupu je při signálu s nízkou úrovní

$$N_O = \frac{I_{OL} - \frac{U_{CC2}}{R_H}}{I_{IL}}$$

kde I_{OL} je max. výstupní proud obvodu A301D při signálu s úrovní L,

I_{IL} vstupní proud logického členu TTL při signálu L.

Odpor rezistoru R_H se určí podle počtu N připojených logických členů TTL tak, že s přihlédnutím ke vstupním proudům I_{IH} členů TTL a zbytkovému výstupnímu proudu I_{OH} obvodu A301D musí vzniknout signál s vysokou úrovní, nejméně však +2,4 V. Uvedená podmínka je vyjádřena vztahem

$$R_H \leq \frac{U_{CC2} - U_{IH}}{I_{OH} + N I_{IH}}$$

Nejhorší pracovní podmínky jsou však stanoveny takto: $U_{CC2} = 4,75$ V, $U_{IH} = 2,4$ V, $I_{OH} = 20$ μ A, $I_{IH} = 40$ μ A.

Integrovaný obvod A301D odpovídá svým zatěžovacím činitelem přibližně výstupu logického členu TTL typu 7440. Praxe prokázala, že obvod A301D je slučitelný se všemi základními typy obvodů TTL řady 74. Podobně je možné bez obtíží přizpůsobit vazbu logických obvodů DTL, RTL, LS, L a CMOS k obvodu A301D, neboť jeho výstup je proveden s otevřeným kolektorem.

Integrované obvody MOS se vyznačují negativní logikou, tedy

$$-U_{IL} \geq 10 \text{ V}, -U_{IH} \leq 1 \text{ V}.$$

Příklad propojení obvodu A301D s obvodem MOS je na obr. 20. Rezistor R slouží k tomu, aby závěrný výstupní proud I_{OH} obvodu A301D vyvolal napětí maximálně $-U_{IH} \leq 1$ V. Odpor rezistoru R se vypočte ze vztahu

$$R \leq \frac{U_{IH}}{I_{OH}}$$

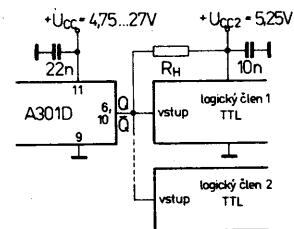
Pro $U_{IH} \leq 1$ V, $I_{OH} = 20$ μ A je odpor rezistoru R menší než 50 k Ω .

Pro doplnění slouží příklad zapojení spínacího stupně s germaniovým tranzistorem p-n-p, který podle obr. 21 slouží jako negátor. Obvod A301D spolupracuje se spínacím germaniovým tranzistorem staršího typu GC500, GS109 apod. Propojení obou součástek nevyžaduje žádné přídavné součástky, energeticky je úsporné, protože tranzistor p-n-p je vodivý jen tehdy, je-li vodivý výstupní tranzistor obvodu A301D.

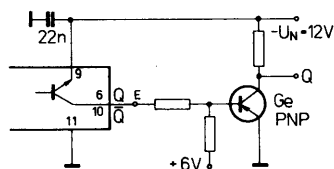
Typická provozní zapojení Základní zapojení obvodu A301D

V základním zapojení podle obr. 22 pracuje obvod A301D jako oscilátor s možností vnějšího potlačení oscilací. Zapojení oscilátoru je navrženo tak, aby kladná zpětná vazba (a tím odtlumení laděného obvodu L, C) pracovala přes reálný rezistor R_1 . Přiblížením kovového předmětu k cívce L, popříp. ponořením kovového válečku do dutiny cívky se odebere laděnému obvodu energie a oscilace ustanou.

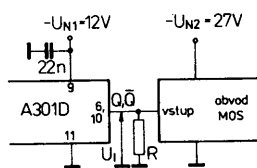
Funkci oscilátoru definuje funkční tabulka, u níž se jako vstup považuje laděný obvod, na výstupech jsou doplňkové napěťové úrovně.



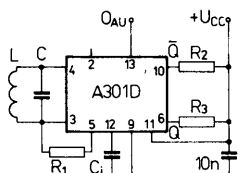
Obr. 19. Vzájemné propojení obvodu A301D s logickými členy logiky TTL



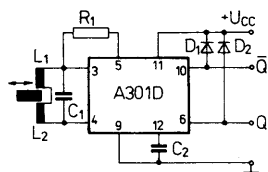
Obr. 20. Propojení obvodu A301D s integrovaným obvodem MOS



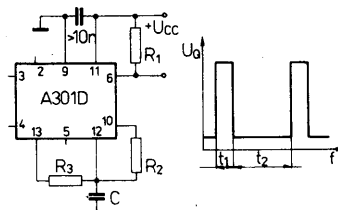
Obr. 21. Vzájemné propojení obvodu A301D s germaniovým tranzistorem p-n-p, které slouží jako negátor



Obr. 22. Základní zapojení obvodu A301D jako oscilátor s možností vnějšího potlačení oscilací



Obr. 23. Zapojení indukčního drážkového snímače s obvodem A301D



Obr. 24. Generátor impulsů s integrovaným obvodem A301D s možností tří druhů provozu

Vstup	úroveň na výstupu Q	Q
Laděný obvod kmitá	L	H
Laděný obvod nekmítá	H	L

Rezonanční kmitočet laděného obvodu se vypočte podle vztahu

$$f_r \sim \frac{1}{2\sqrt{LC}}$$

Doporučuje se volit rezonanční kmitočet nižší než 2 MHz, neboť jinak je dosah zapojení v provozu jako přibližovací spínač příliš malý.

Doporučené součástky:

$$R_1 = (0,3 \text{ až } 0,5) R_S,$$

$$R_S = 2\pi f_r L Q_B.$$

Rezistor R_1 se může zvolit jako pevný nebo regulovatelný.

Kapacitu integračního kondenzátoru C_1 , připojeného k vývodu 12, se doporučuje volit podle

$$C_1 \geq \frac{100 \text{ až } 200}{f_r} \quad [\text{nF; kHz}]$$

Kapacita integračního kondenzátoru se může zvolit libovolně velká, čím bude větší, tím bude i delší zpoždění mezi začátkem oscilací (t_{V1}) a přerušením oscilací (t_{V2}) oscilátoru až po reakci koncového stupně. Funkční spolehlivost se ve většině případů musí prakticky odzkoušet.

Doba začátku oscilací je

$$t_{V1} \sim (3 \text{ až } 5) C_1 \quad [\mu\text{s; nF}].$$

Doba přerušení oscilací je

$$t_{V2} \sim 20 C_1 \quad [\mu\text{s; nF}].$$

Stabilizované napětí U_{OAU} na výstupu 12, jehož vnitřní odpor je 8 až 15 Ω , se smí zatížit proudem nejvýše 1 mA.

Indukční dutinový snímač

Laděný obvod L_1 , L_2 , C_1 a rezistor R_1 kladné zpětné vazby tvoří v zapojení na obr. 23 základní vnější součástky zesilovače s obvodem A301D. Zesilovač pracuje jako předchozí zapojení. Při převažující kladné zpětné vazbě (nezatlučený nebo málo zatlučený laděný obvod) nasadí oscilátor oscilace, při utlumeném laděném obvodu oscilace vysadí.

Kondenzátor C_2 tvoří s vnitřním rezistorem obvodu A301D vyhlazovací člen, který zabraňuje přepínání výstupů Q a \bar{Q} spínače prahové úrovně v rytmu kmitočtu oscilátoru.

Diody D_1 a D_2 jsou „volnoběžné“ diody, které jsou nutné při indukční zátěži výstupů. Doporučuje se používat rychlé křemíkové diody, např. KA206, KA207, 1N4148 apod.

Generátor impulsů

V zapojení generátoru impulsů podle obr. 24 se využívá spínače prahové úrovně a koncového stupně integrovaného obvodu A301D jako generátoru impulsů s nastavitelnou dobou doběhu. Časový člen R_2 , R_3 a C určuje vlastnosti generátoru. Různou úpravou vstupů a výstupů (vývody 2, 3 a 4) je možné realizovat start-stop oscilátor s vlastnostmi, které jsou závislé na vstupních podmínkách. Druh provozu je dán kombinací vývodů:

1. volnoběžný provoz: vývody 3 a 4 jsou zkratovány;
2. řízený provoz start-stop: vývod 3 a zdroj vstupního napětí U_1 jsou spojeny rezistorem R_4 ;
3. řízený provoz start-stop Schmittovým klopným obvodem: vývody 2 a 4 jsou propojeny rezistorem R_5 , vývod 3 a zdroj vstupního napětí U_1 jsou propojeny rezistorem R_5 .

Volnoběžný provoz 1:

Odpor rezistoru R_1 je dán

$$R_1 \geq 0,02 U_{CC} \quad [\text{k}\Omega; \text{V}]$$

Kapacita kondenzátoru C se může zvolit libovolně velká. Použije-li se elektrolytický kondenzátor, pak jeho zbytkový proud nesmí být větší než 1 μ A.

Odpor rezistoru R_2 má být v rozsahu od 68Ω do $0,9 (R_3 \text{ II } 10 \text{ k}\Omega)$. Odpor $10 \text{ k}\Omega$ je odpor sériově zapojených vnitřních rezistorů R_9 a R_{10} integrovaného obvodu.

Odpor rezistoru R_3 má být větší než $3 \text{ k}\Omega$. Kmitočet sledu impulsů je dán vztahem

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2},$$

kde t_1 je definován vztahem

$$t_1 \sim \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{2,9 - U_{12N}}{1,3}} \right) \times$$

$$\times C (R_3 \text{ II } R_2 \text{ II } 10 \text{ k}\Omega)$$

$$\text{a } t_2 \sim (1 \text{ až } 1,5) C (R_3 \text{ II } 10 \text{ k}\Omega).$$

Napětí na vývodu 12 je dáno vztahem

$$U_{12} = \frac{2,9 R}{R_2 + R_3 \text{ II } 10 \text{ k}\Omega}.$$

Řízený provoz start-stop 2:

Odpor rezistoru R_4 , který spojuje vývod 3 se vstupním napětím U_i , je dán

$$R_4 = (1 \text{ až } 10) (U_{IH} - U_i) \quad [\text{k}\Omega; \text{V}]$$

kde je $U_{IH} = -1 \text{ V}$.

Při vstupním napětí $U_i = 0$ dostaneme na výstupu Q úroveň L, na výstupu Q úroveň H. Při vstupním napětí U_i rovným U_{IH} pracuje zapojení jako generátor.

Řízený provoz start-stop Schmittovým klopným obvodem 3:

Rezistorem R_5 se změní zapojení oscilátoru na Schmittův klopný obvod. Jeho odpor může být libovolný. Při nulovém odporu rezistoru R_5 je hystereze celého zapojení největší.

Rezistor R_6 je dán vztahem

$$R_6 \geq U_{IH} - 0,7 \quad [\text{k}\Omega; \text{V}].$$

Prahová úroveň spínání leží v rozsahu $0,6 \text{ až } 0,7 \text{ V}$ při vstupních proudech $10 \text{ až } 30 \mu\text{A}$. Rezistor R_6 se může při konstantním vstupním napětí $U_{IH} = U_{DAU}$, které odpovídá danému případu použít, nahradit nejrůznějšími senzory jako např.:

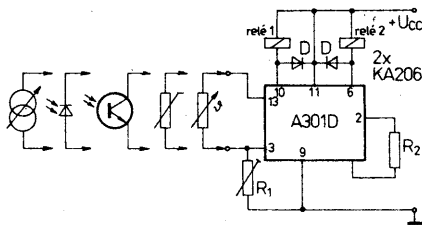
- teplotně závislým rezistorem při použití jako tepelné čidlo nebo tepelný spínač,
- fotodiodou nebo fototranzistorem u světelných závor a ve stmívačích,
- zdrojem střídavého napětí při použití zapojení jako amplitudový diskriminátor,
- proměnnými rezistory v případě použití jako snímač polohy.

Spínač prahových úrovní s reléovými výstupy

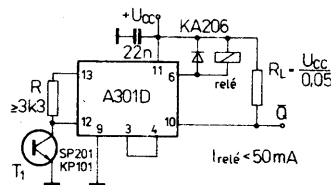
Na obr. 25 je navrženo zapojení spínače prahových úrovní, kde pracuje zesilovač obvodu A301D jako spínač. Připojením rezistoru R_2 mezi vývody 2 a 4 je zesilovač spojen s Schmittovým klopným obvodem, jehož hysterezi určuje v jistých mezích odpor rezistoru R_2 . Prahová úroveň spínání se nastavuje odporovým trimrem R_1 . Využitím vnitřního stabilizovaného napětí se dosáhne dobré tepelné a napěťové stability spínaných bodů prahové úrovně. Ke vstupu se mohou připojovat jako v předchozím případě různé druhy rezistorových, napěťových a polovodičových čidel.

Jednoduchá světelná závora

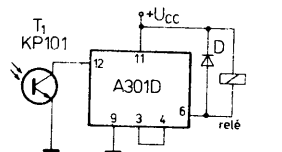
Zapojení na obr. 26 představuje jednoduchou světelnou závoru s obvodem A301D a reléovým výstupem, která je vhodná pro průmyslové nasazení k počítání výrobků na páse apod. Vnitřní rezistory R_9 a R_{10} (asi $10 \text{ k}\Omega$) tvoří pracovní odpor křemíkového fototranzistoru SP201 nebo KP101. Spínací body jsou dány fotoelektrickým proudem I_F podle vztahů



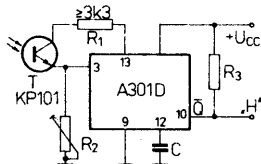
Obr. 25. Spínač prahových úrovní s reléovými výstupy, osazený int. obvodem A301D



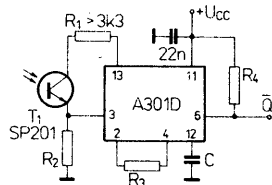
Obr. 26. Jednoduchá fotoelektrická závora s obvodem A301D, která má malou citlivost



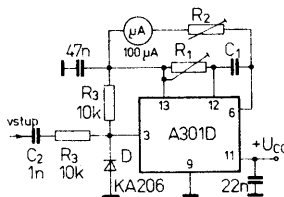
Obr. 27. Jednoduchá světelná závora s obvodem A301D a reléovým výstupem



Obr. 28. Citlivá světelná závora s obvodem A301D a možností zpožděného zapínání



Obr. 29. Citlivý fotoelektronický přijímač s obvodem A301D, který pracuje s fototranzistorem na vstupu



Obr. 30. Integrovaný obvod A301D v zapojení monostabilního multivibrátoru jako měřič kmitočtu s přímou indikací mikroampérmetrem

$$I_{FH} \sim \frac{U_{13} - U_{12H}}{10 \text{ k}\Omega \text{ II } R},$$

$$I_{FL} \sim \frac{U_{13} - U_{12L}}{10 \text{ k}\Omega \text{ II } R}.$$

Při konstantním napětí $U_{13} = 2,9 \text{ V}$, $U_{12H} = 2,7 \text{ V}$, $U_{12L} = 1,6 \text{ V}$ a $R = \infty$ bude I_{FH} asi $20 \mu\text{A}$, I_{FL} asi $130 \mu\text{A}$. Bude-li $I_F > I_{FL}$, bude na výstupu Q úroveň L, na výstupu Q úroveň H, naopak bude-li $I_F < I_{FL}$, bude na Q úroveň H, na Q úroveň L. Hystereze fotoelektrických proudů I_{FHV} se vypočte podle již dříve uvede-

ných vztahů

$$I_{FHV} \sim \frac{U_{12L} - U_{12H}}{10 \text{ k}\Omega \text{ II } R}.$$

Aby se zmenšil vliv teplotní závislosti vnitřních rezistorů, může se navržené zapojení doplnit na úkor citlivosti vnějším rezistorem s odporem $3,3 \text{ k}\Omega$ nebo větším, který se připojí mezi vývody 13 a 12. K výstupu je připojeno relé, které spíná dále připojené funkční zapojení. Proud relé však nesmí překročit 50 mA . Jestliže se použije místo fototranzistoru termistor, vznikne teplotní spínač s velkou hystezí.

Jestliže nevyužijeme vnitřní zesilovač v obvodu A301D, je možné pro nenáročné úkoly zhotovit ještě jednodušší světelnou závoru. Její zapojení je na obr. 27. Propojením vývodů 3 a 4 se uzavře tranzistor T_8 . Zbytek integrovaného obvodu pracuje jako Schmittův klopný obvod s připojeným koncovým stupněm. Bude-li fototranzistor dostatečně silně osvětlen, uzavře se tranzistor T_8 . Pak na výstupu 6 bude k dispozici signál s úrovní L, který postačí k vybuzení relé s maximálním proudem 50 mA . Dioda KA206 vykonává funkci ochranné diody proti napěťovým špičkám, vznikajícím při spínání relé. Rušivé vlivy je možné potlačit hystezí závor. Pro zapnutí závor je zapotřebí fotoelektrický proud asi $200 \mu\text{A}$, vypínací proud je asi $20 \text{ až } 50 \mu\text{A}$.

Obvod A301D se však může použít i ke konstrukci citlivé světelné závor, jejíž zapojení je na obr. 28. Využívá již popsaného základního zapojení se zesílením oscilátoru. Rezistor R_1 slouží jako ochranný odpor k omezení vstupního proudu integrovaného obvodu, rezistorem R_2 se může nastavit libovolná citlivost větší než $5 \mu\text{A}$. Ke zlepšení stability byl rezistor R_1 připojen k vývodu 13, čímž se částečně kompenzuje teplotní závislost napětí báze-emitor vstupního tranzistoru teplotní závislosti vnitřního stabilizovaného napětí (kompenzace nezasahuje do prahové úrovně). I tato závora pracuje s malou hystezí. Připojením kondenzátoru C k vývodu 12 (vůči zemi) je možné dosáhnout přibližně libovolné doby zpoždění při zapnutí. Doba zpoždění je dána

$$t_{on} = (20 \text{ až } 30) C \quad [\mu\text{s}; \text{nF}].$$

Další zpracování výstupního signálu je možné z výstupu na vývodu 10, kde je k dispozici logický signál s úrovní H a napětím od 5 V do 27 V (závisí na použitém napájecím napětí). Popsané zapojení závor je slučitelné s logikou TTL, DTL a MOS.

Citlivý fotopřijímač

Malou citlivost světelných závor, popsaných v předchozích odstavcích, je možné bez zvětšení nákladů podstatně zlepšit využitím oscilátorového stupně obvodu A301D v zapojení podle obr. 29. Způsob určení odporu rezistoru R_3 byl již popsán. Odpor rezistoru R_1 , který je omezen proudem $I_{13 \text{ max}}$, stanovíme větší než $3,3 \text{ k}\Omega$. Podle proudového zesílení vstupního tranzistoru T_5 je citlivost $2 \text{ až } 5 \mu\text{A}$, pokud bude mít rezistor R_2 nekonečnou velikost. Volbou konečného odporu R_2 je možné libovolně měnit citlivost (zmenšovat citlivost). Při dostatečně velkém fotoelektrickém proudu (min. $5 \mu\text{A}$) bude na výstupu Q úroveň H, na Q úroveň L. Spínací hystereze fotoelektrického proudu se může nastavit v určitých mezích odporem rezistoru R_3 .

Velikostí kapacity připojeného kondenzátoru C se může nastavit v širokém rozsahu doba zpoždění při zapínání podle vztahu

$$t_{VE} \sim 0,6 \cdot 10 \text{ k}\Omega \cdot C \quad (R_9 + R_{10} = 10 \text{ k}\Omega).$$

Dobu zpoždění je možné využít k vyklíčování nežádoucích krátkodobých rušivých impulsů, při němž vyvolají na výstupu Q signál s úrovní H pouze světelné impulsy určité délky. Současně se zpožděním při zapnutí je účinné též zpoždění při vypnutí

$$t_{VA} \sim 2,8 \cdot 1 \text{ k}\Omega \cdot C$$

$$(R_{10} = 1 \text{ k}\Omega).$$

Kmitočty s přímou indikací

V zapojení podle obr. 30 pracuje integrovaný obvod A301D jako monostabilní multivibrátor. Princip činnosti jako měřič kmitočtu spočívá ve vzniku impulsů s konstantní délkou, které jsou nezávislé na kmitočtu impulsů vstupního napětí. Přitom mění se klíčovací poměr výstupního proudu definuje výchylkou ampérmetru, který současně přejímá integraci proudových impulsů. Zapojení se spouští přes člen R_3C_2 se sestupnou hranou vstupního impulsu. Časová konstanta členu R_3C_2 je určena asi 10 μs , čímž vznikne impuls, který je o něco delší než doba reakce Schmittova klopného obvodu. Na kratší impulsy Schmittův klopný obvod nereaguje (doba zpoždění 5 až 7 μs). Během této činnosti je tranzistor T_8 ve vodivém stavu. Zpoždění poklesu napětí U_{12} vlivem působení kondenzátoru C_1 nenastane, pokud bude odpor $R_2 > 1 \text{ k}\Omega$, neboť v tomto časovém bodě je tranzistor T_{15} (vývod 6) ještě uzavřen. Po uplynutí doby zpoždění Schmittova klopného obvodu (2 až 6 μs) se tranzistor T_{15} , tzn. že na vývodu 12 je na kondenzátoru C_1 záporné napětí, které se vybíjí přes rezistor 10 k Ω II R_1 vůči U_{13} tak dlouho, až se dosáhne napěťové úrovně U_{12H} . Zůstane-li doba přidržení t_H konstantní, bude proud na výstupu asi $6I \sim f_i$. Přitom se uzavře tranzistor T_{15} . Doba vybíjení a tím i doba přidržení se vypočte ze vztahu

$$t_H \sim 2,8C_1 (10 \text{ k}\Omega \text{ II } R_1).$$

Je-li nejvyšší měřený kmitočet f_{\max} a konečná výchylka ručky měřidla I , lze určit součástky zapojení pomocí vztahů

$$C_1 \sim \frac{18 \text{ až } 20}{f_{\max}} \quad [\mu\text{F}; \text{Hz}]$$

$$R_1 = 100 \text{ až } 200 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 \sim \frac{0,5U_{13}}{I} \quad [\text{k}\Omega; \text{V}; \text{mA}]$$

$$R_2 \sim 3,3 \text{ k}\Omega$$

Odporový trimrem se nastavuje žádaná doba přidržení. Regulátor má mít odpor v rozsahu 100 až 250 k Ω . Rezistor R_2 se používá při cejchování k nastavení konečné výchylky měřícího přístroje. Použitím vnitřního stabilizovaného napětí U_{13} se dosáhne velké tepelné a napěťové stability popsaného měřiče kmitočtu.

Dosažené technické vlastnosti měřiče kmitočtu:

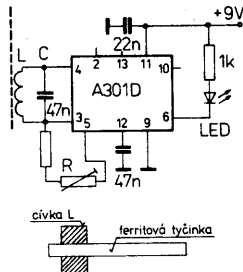
Rozsah vstupního napětí mezivrcholového: $U_{1 \text{ M/M}} = 2 \text{ až } 20 \text{ V}$.

Chyba linearity: max. 3 %.

Napájecí napětí: 4,75 V až 27 V.

Zkoušečka zkratovaných závitů cívek

Ke kontrole stavu vinutí cívek transformátorů, tlumivek a podobných cívek se používají různé druhy složitých i méně složitých zkoušeček zkratovaných závitů. Jako dobrý a jednoduchý měřič může posloužit zapojení



Obr. 31. Zkoušečka zkratovaných závitů s integrovaným obvodem A301D

s integrovaným obvodem A301D podle obr. 31. Používá se k tomu feritová tyčinka s cívkou L, připojená ke vstupu obvodu, která se zavádí do dutiny zkoušené cívky. Volbou vhodného oscilačního kmitočtu (asi 2 kHz) oscilátoru je možné rezonanci indukčnosti vinutí a jejími rozptylovými kapacitami rozpoznávat zkratované závity cívky. Rezistorem R se nastaví oscilátor tak, aby ještě spolehlivě kmital, přičemž světelná dioda svítí. Po hasne-li světelná dioda při ponoření feritové tyčinky do zkoušené cívky, znamená to, že ve zkoušené cívkě mají některé závity zkrat. Navržené zapojení s danými součástkami může zjišťovat zkratky vinutí cívek vinutých drátem s průměrem 0,3 mm a délce vinutí vnějších závitů (např. transformátorů) odpovídajících jádru M102.

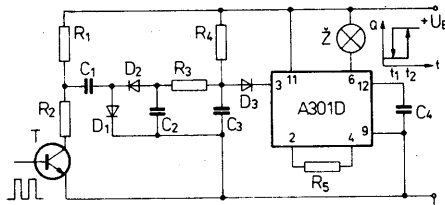
Použité součástky:

L – feritová tyčinka o průměru 8 mm a délce 125 mm, na níž je navinuta cívka s 1200 závitů drátu CuL o $\varnothing 0,1 \text{ mm}$ (indukčnost asi 100 mH).

R – odporový trimr; jeho odpor se musí nastavit tak, aby při nezatlučené cívkě L oscilátor právě ještě kmital (tzn. světelná dioda svítí).

Kmitočtový spínač

V zapojení na obr. 32 je zapojen obvod A301D jako prahový spínač. Na vstupu obvodu jsou použity běžné pasivní součástky



Obr. 32. Obvod A301D, zapojený jako prahový spínač, může s indukčním čidlem pracovat jako kmitočtový spínač

bez zvláštních požadavků. Kondenzátor C_1 a rezistor R_4 určují spínací kmitočet. Dioda D_3 zabraňuje při překročení spínacího kmitočtu, aby na vstupu obvodu A301D (vývod 3) vzniklo záporné napětí vůči zemnicímu bodu. Kmitočtový spínač se může řídit indukčním senzorem, přičemž jako řídicí tranzistor slouží jeden vstupní tranzistor obvodu A301D. Odpor rezistoru R_2 se volí podle maximální proudové zatížitelnosti výstupního tranzistoru obvodu A301D. Popsaný obvod se může používat např. ke kontrole funkce pásových dopravníků, ke kontrole počtu otáček elektromotorů, spínacích stupňů převodovek apod.

Měřič otáček s indukčním snímačem

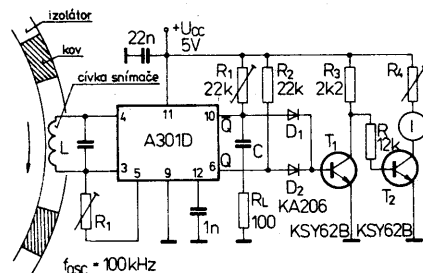
Na hřídel (nebo jiný otáčející se předmět), jehož počet otáček se má změřit, se nejdříve připevní jeden nebo několik kovových segmentů (např. z nekovového materiálu plátovaného mědi). Cívka snímače se nastaví přesně proti hřídeli tak, aby při míjení ploch

se strhávaly oscilace kmitajícího oscilátoru. K měření počtu otáček je zapotřebí vyrábět impulsy s konstantní délkou. Protože vývod 12 integrovaného obvodu je použit pro zapojení oscilátoru, není možné vyrobit monostabilní multivibrátor s obvodem A301D. Proto bylo použito měřící zapojení podle obr. 33, v němž se využívá rozdílné doby průchodu signálu na doplňkové výstupy Q a Q obvodu A301D. Počet impulsů N z výstupu obvodu je proporcionální počtu otáček f , protože můžeme závislost vyjádřit vztahem

$$N = nf,$$

kde n je počet kovových segmentů.

Rozdílné doby průchodu signálů integrovaným obvodem na výstupy Q a Q je pouze 1 až 2 μs , proto se k vyhodnocení malého počtu otáček musí použít pouze citlivý zobrazovací přístroj.



Obr. 33. Obvod A301D v zapojení jako bezdotykový měřič rychlosti otáčení s přímou analogovou indikací

Doba průchodu signálu je proporcionální časové konstantě členu R_1C_1 , proto se může přizpůsobit k měřenému rozsahu počtu otáček změnou velikosti obou součástek. Přes logický člen OR bude tranzistor T_2 vodivý po dobu rozdílu doby průchodu Q – Q. Měřidlo proudu ukáže počet otáček úměrný protékajícímu proudu. Integrací kolektorového napětí tranzistoru T_1 lze získat porovnávací napětí pro řízení počtu otáček elektromotorů.

Kapacitním zapojením výstupu Q se však může rozdílné doby průchodu signálů definovatelným způsobem prodloužit natolik, aby bylo možné použít běžné vyhodnocovací přístroje. Rezistor R_L (s odporem 100 Ω) chrání výstupní tranzistor před překročením maximálního přípustného kolektorového proudu 50 mA. Tranzistor T_2 je vodivý tak dlouho, jak dlouho bude na vývodech 6 a 10 napětí menší než $3U_{BE}$ (asi 2 V).

Pokud je oscilátor v klidu (nekmitá), je na výstupu Q úroveň H, na výstupu Q úroveň L, tranzistor T_2 je tedy uzavřen. Jakmile oscilátor začne kmitat, okamžitě se změní úroveň na výstupu Q na L, výstup Q zůstane tak dlouho v úrovni L, až se kondenzátor C nabije přes rezistor R_1 . V navrženém zapojení, které je napájeno kladným napětím 5 V, se vypočte doba k poklesu úrovně $3U_{BE}$ podle

$$t_H = 0,5 R_1 C.$$

Odtud je možno odvodit

$$t_H \leq \frac{1}{2f_{\max}}.$$

Pro zvolené otáčky f_{\max} , n a I (maximální výchylka miliampérmetru) je možné vypočíst součástky, potřebné pro návrh obvodu, podle

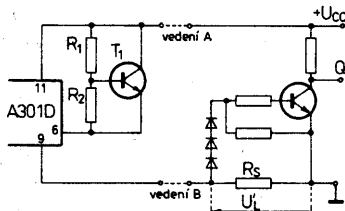
$$C \sim \frac{1000}{f_{\max} n R_2} \quad [\mu\text{F}; \text{Hz}; \text{k}\Omega],$$

$$R_4 \sim 5 / 2 \quad [\text{k}\Omega; \text{V}; \text{mA}],$$

$$R_2 = \frac{U_{CC}}{2I}.$$

Přenos signálu po vedení

V průmyslové elektronice je často zapotřebí přenášet několik různých signálů z vy-



Obr. 34. Přenos signálu po napájecím napětí pomocí zapojení s obvodem A301D

stupů čidel, umístěných na oddělených a vzdálených pracovištích, do ústředny. K tomu jsou zapotřebí samostatná třívodičová přenosová vedení, která jsou nákladná. Pomocí obvodu A301D v zapojení podle obr. 34 je možné ušetřit na vedení jeden vodič. Úbytek napětí na rezistoru R_S , který je vložen do zemního vývodu (vývod 9) integrovaného obvodu A301D, závisí na stavu sepnutí tohoto obvodu. Má-li být na výstupu Q vysoká úroveň H, bude napětí na rezistoru R_S dáno součinem

$$U_L = R_S I_{S \max}$$

Nízkou úroveň na výstupu Q ovlivňuje tranzistor T_1 , zapojený jako referenční prvek, vyvolaným referenčním napětím

$$U_{REF} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} U_{BE}$$

odtud lze vypočíst napětí

$$U_H = R_S I_{S \min} + U_{CC} - U_{REF}$$

Výstupní proud vývodu Q je dán

$$I_6 = \frac{U_{CC} - U_{REF}}{R_S}$$

přičemž nesmí přesáhnout 50 mA.

Vyhodnocovací zapojení, připojené k referenčnímu rezistoru R_S , musí být schopné spolehlivě vyhodnotit rozdíl napětí $\Delta U = U_H - U_L$ za podmínky, že

$$R_S \geq \frac{U_{IL}}{I_{S \max}}$$

kde U_{IL} je dolní prahové napětí vyhodnocovacího zapojení, a

$$R_S \geq \frac{U_{IH} + U_{REF} - U_{CC}}{I_{S \min}}$$

kde U_{IH} je horní prahové napětí vyhodnocovacího zapojení s vedlejší podmínkou

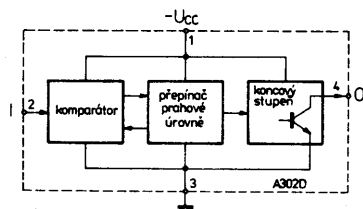
$$R_S \geq \frac{U_{CC} + U_{REF}}{I_{6 \max}}$$

Spínač prahové úrovně A302D

Bipolární integrovaný obvod A302D je spínač prahové úrovně, který pracuje se spínacím napětím proporcionálním provoznímu napájecímu napětí. Prahové napětí, které obnáší vždy polovinu napájecího napětí, způsobuje při menším nebo větším napětí okamžité, nezakmitávající přepnutí výstupu. Vstup integrovaného obvodu s velkou impedancí zaručuje vybudování spínače již velmi malým vstupním proudem (max. 25 nA).

Výstup spínače je konstruován pro zatížení proudem nejvýše do 60 mA a je chráněn proti napěťovým špičkám, proto se může zatěžovat bezprostřední indukční zátěží. Na základě popsaných vlastností je obvod vhodný pro časové závěrky elektronických kamer, ale i v jiných rychle pracujících spínačích, jako jsou osvětlovací hodiny pro fotokomory, regulátory teploty, senzorové spínače apod.

Ve srovnání se starším typem spínacího obvodu RFT A902D se nový typ vyznačuje větším vstupním odporem, vestavěnou ochranou proti přepólování napájecího napětí, větší stabilitou prahového napětí, zkrácením spínacích časů a větší strmostí náběhových hran a v neposlední řadě menší spotře-



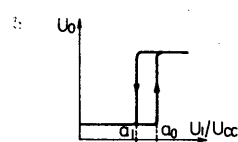
Obr. 35. Funkční skupinové zapojení prahového spínače A302D

bou provozního napájecího proudu. Výrobce obvodu je Halbleiterwerk Frankfurt/O (HFO).

Funkční skupinové zapojení obvodu A302D je na obr. 35. Obvod sdružuje funkční skupiny: komparátor, přepínač prahových úrovní a koncový stupeň. Protože spínač je určen především pro přístroje s minimálním prostorem, je tato součástka zapouzdřena do miniaturního plastového pouzdra minidip DIP-4 s 2x dvěma vývody v rastru 2,5 mm a odstupem řad vývodů 7,5 mm. Funkce vývodů: 1 – připoj napájecího napětí; 2 – vstup; 3 – zemnicí bod; 4 – výstup.

Úplné elektrické zapojení obvodu je na obr. 36. Na dvoustupňový rozdílový zesilovač, napájený konstantním proudem, se přivádí na jeden vstup vnější vstupní napětí, na druhý vstup prahové napětí, které je proporcionální napájecímu napětí. Rozdílový zesilovač řídí přes proudové zrcadlo spínací zesilovač pro přepínání prahové úrovně (zajišťuje hysterezi prahového napětí) a koncový stupeň, který má paralelně k výstupnímu tranzistoru připojen řetěz diod, sloužících k odstraňování indukčních napěťových špiček. Obvod A302D zaručuje při vstupu s velkou impedancí (asi $10^8 \Omega$) přímé řízení a buzení relé s malým budičím proudem.

Hlavní funkci obvodu vyjadřuje přenosová charakteristika na obr. 37. Další popis platí ve spojení s vnitřním elektrickým zapojením. Řídicí napětí, přivedené na vývod 2, přichází na jeden vstup Darlingtonova diferenčního zesilovače, složeného z tranzistorů T_1 , T_2 a T_5 , T_6 . Na druhém vstupu zesilovače je vztažné napětí, jehož velikost je dána poměrem odporů rezistorového děliče $R_4 / (R_3 + R_4)$, který je připojen mezi kladný a záporný pól napájecího napětí. Proud diferenčního zesilovače je nastaven na 10 μA rezistory R_1 a R_2 v konstantním proudovém zdroji, který tvoří tranzistor T_7 a dioda D_1 . Jako výstupní odpory diferenčního zesilovače slouží „napěťově posunutý“ tranzistor p-n-p T_3 a T_4 . Jejich kolektorové proudy řídí proudové zrcadlo z tranzistorů T_8 a T_9 a Darlingtonův stupeň T_{10} , T_{12} spolu s výstupním budičem s tranzistorem T_{13} a spínací tranzistor T_{11} . Řetěz sériově spojených tranzistorů



Obr. 37. Přenosová charakteristika obvodu A302D

T_{13} , T_{11} a rezistor R_5 je paralelně připojen k rezistoru R_4 , čímž se zmenšuje vztažné napětí diferenčního zesilovače.

Tranzistorem T_{13} řízený výstupní tranzistor T_{14} , který pracuje do zátěže, připojené mezi vývody 1 a 4, je chráněn skupinou tranzistorů T_{15} až T_{19} před napěťovými špičkami, vznikajícími na indukční zátěži.

Je-li vstupní napětí U_2 pod vztažnou úrovní napětí, danou

$$U_1 R_1 / (R_3 + R_4)$$

je tranzistor T_3 a přes proudové zrcadlo též tranzistory T_{10} , T_{12} a T_{11} bez proudu. Tím je vybuděn tranzistor T_{13} a sepnutí T_{14} , takže je připojena zátěž. Zvětší-li se vstupní napětí U_2 nad vztažné napětí

$$U_2 > a_0 U_1$$

přepne diferenční zesilovač. Nyní tranzistorem T_3 protékající proud řídí v důsledku uzavřeného tranzistoru T_8 proudového zrcadla tranzistory T_{10} , T_{12} a T_{11} , zmenšuje vztažné napětí a současně uzavírá T_{13} . Tím bude bez proudu též tranzistor T_{14} , zátěž bude odpojena. Zmenšení vztažného napětí zamezí zákmitu při sepnutí, který může být vyvolán zvětšením napájecího napětí (např. při bateriovém provozu) při odpojování zátěže.

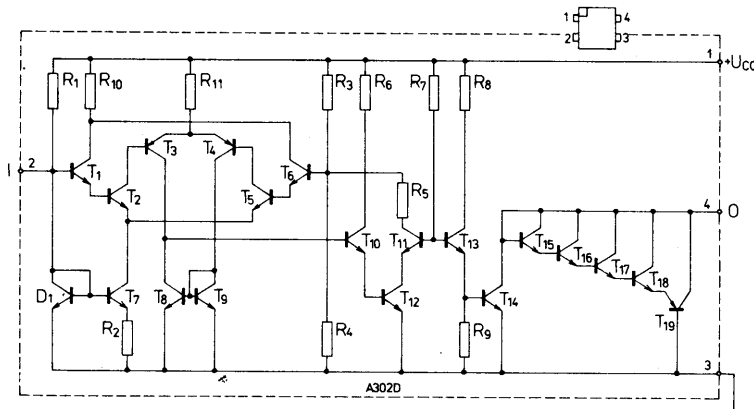
Zmenšení vstupního napětí, které následuje, způsobí teprve při dosažení vztažného napětí $a_0 U_1$, způsobeného připojením rezistoru R_5 , opět sepnutí tranzistoru T_{14} .

Z popisu je patrné, že obvod se vyznačuje spínacím napětím proporcionálním napájecímu napětí, spínací úrovní závislou na druhu spínání a malými vstupními proudy.

Vstupní proud obvodu A302D nesmí překročit dovolenou mez 25 nA v obou spínacích stavech. Proto proud uzavřeného tranzistoru T_1 , stejně jako proud I_B otevřeného tranzistoru nesmí překročit uvedenou hranici. Zatímco požadavky na závěrný proud nejsou významné, požadavky na řídicí proud směřují k určitým požadavkům na proudové zesílení tranzistorů diferenčního zesilovače.

V praxi se musí počítat se zmenšením proudového zesílení tranzistorů z maxima na minimum při malých proudech podle

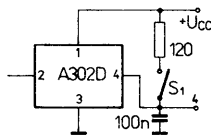
$$\alpha = \frac{\log B(I_{C2}) - \log B(I_{C1})}{\log I_{C2} - \log I_{C1}}$$



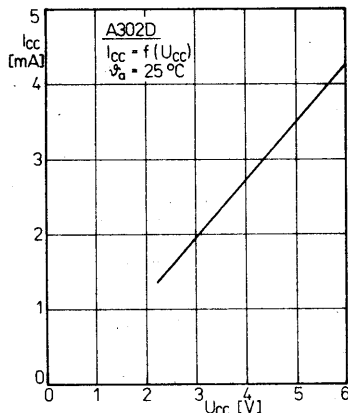
Obr. 36. Vnitřní elektrické zapojení prahového spínače A302D

Tab. 2. Elektrické údaje spínače prahové úrovně A302D

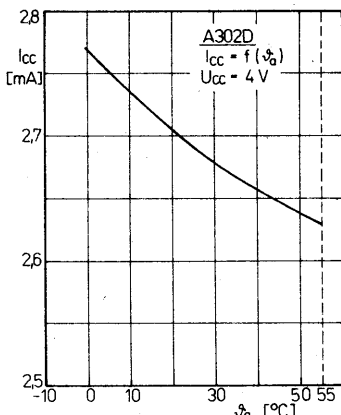
Mezní údaje	
Napájecí napětí ¹⁾ , U_{CC} [V]	2,3 až 6,3
Vstupní proud, I_I [mA]	≤ 1
Výstupní zatěžovací proud, I_{OL} [mA]	≤ 60
Zatěžovací indukčnost, L_L [H]	≤ 2
Přepólované napájecí napětí, U_{CC} [V]	
$R_L \geq 100 \Omega$	
$t \leq 20$ min	≤ -5
$t \leq 10$ s	$\leq -6,3$
Rozsah provozní teploty okolí ²⁾ , ϑ_a [°C]	-10 až +55
Charakteristické údaje	
Platí při $\vartheta_a = 25^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$, měřeno v zapojení na obr. 38	
Spotřeba napájecího proudu, I_{CC} [mA]	jmen. 2,7; ≤ 5
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $U_I = 0\text{ V}$, S_1 otevřen	
Spínací úroveň ve vypnutém stavu, a_0	jmen. 0,587; 0,57 až 0,6
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $R_L = 120 \Omega$, S_1 sepnut ³⁾	
$U_{CC} = 2,3$ až 6 V , $R_L = 120 \Omega$, S_1 sepnut, $\vartheta_a = -10$ až $+55^\circ\text{C}$ ³⁾	0,559 až 0,612
Spínací úroveň v zapnutém stavu, a_1	jmen. 0,518; 0,5 až 0,535
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $R_L = 120 \Omega$, S_1 sepnut	
Vstupní proud – úroveň L, $-I_{IL}$ [nA]	
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $U_{IL} = 0\text{ V}$, $R_L = 120 \Omega$, S_1 sepnut	jmen. 1; ≤ 25



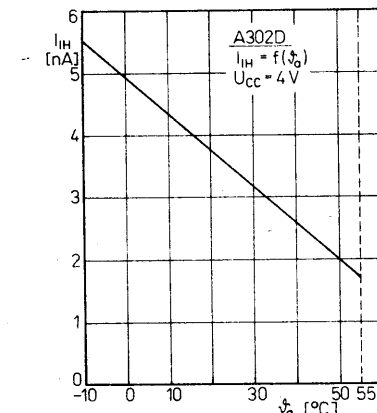
Obr. 38. Zapojení pro měření charakteristických údajů obvodu A302D



Obr. 39. Spotřeba napájecího proudu v závislosti na velikosti napájecího napětí obvodu A302D



Obr. 40. Spotřeba napájecího proudu v závislosti na teplotě okolí obvodu A302D



Obr. 41. Vstupní proud obvodu A302D v úrovni H jako funkce teploty okolí

V nejpriznivějším případě je tento údaj asi 0,1, závisí však na použité technologii (obvykle je 0,2, popř. i horší).

U Darlingtonova stupně T_1 , T_2 platí pro vstupní proud I_I

$$\log I_I = (\alpha - 1)^2 \log \frac{I_k}{I_O} + \log I_O + (\alpha - 2) \log B(I_O),$$

kde výraz $B(I_O)$ je proudové zesílení tranzistorů (jsou stejného druhu) při proudu kolektoru I_O (např. 1 mA), proud $I_k = I_{ET2} - I_{CT2}$ je nastavený konstantní proud.

Při konstantně nastaveném proudu 10 μA , který nesmí být menší s ohledem na teplotní vlastnosti obvodu, je pro vstupní proud 3 nA zapotřebí proudové zesílení 120 (při proudu 1 mA) pro $\alpha = 0,1$. Splnění tohoto požadavku je zaručeno použitou vertikální strukturou tranzistoru a vhodnou výrobní technologií.

Elektrické údaje integrovaného obvodu A302D jsou v tab. 2. Platí pro měření v zapojení na obr. 38. Dynamické údaje jsou měřeny pomocí vzorkovacího osciloskopu ve speciálním zapojení.

Předností obvodu A302D je velmi malá spotřeba proudu z napájecího zdroje (okolo 2,7 mA) při napájecím napětí 4 V. Závislost spotřeby proudu v celém rozsahu napájecího napětí je na obr. 39. Platí pro střední teplotu okolí $+25^\circ\text{C}$. Teplotní závislost spotřeby napájecího proudu při konstantním napájecím napětí 4 V je na obr. 40. V intervalu

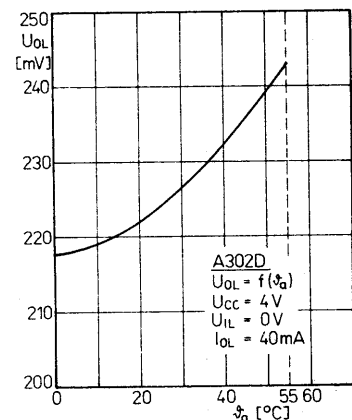
Vstupní proud – úroveň H, I_{IH} [nA]	jmen. 3; ≤ 25
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $U_{IH} = 4\text{ V}$, $R_L = 120 \Omega$	
Relativní změna spínací úrovně ⁴⁾ , $\Delta a_0/a_0$	0,02
$U_{CC} = 2,3$ až 6 V , $R_L = 120 \Omega$	
$\vartheta_a = -10$ až $+55^\circ\text{C}$	
Výstupní napětí – úroveň L, U_{OL} [mV]	jmen. 225; ≤ 300
$U_{CC} = 4\text{ V}$, $U_{IL} = 0\text{ V}$, $I_O = 40\text{ mA}$, S_1 otevřen	
Výstupní proud závěrný, I_{OH} [μA]	jmen. 1,5; ≤ 100
$U_{CC} = U_{IH} = U_{OH} = 6\text{ V}$, S_1 otevřen	
Dynamické údaje	
Platí při $\vartheta_a = 23^\circ\text{C} - 5\text{ K}$, $U_{CC} = 4\text{ V}$, $U_{IL} = 0\text{ V}$, $U_{IH} = 2,6\text{ V}$, pravoúhlé impulsy s $t_p = 10\text{ }\mu\text{s}$, $t_p/T = 0,2$, $R_L = 120 \Omega$, $Z_O = 50 \Omega$.	
Doba zpoždění při vypnutí, t_{V1} [μs]	jmen. 1,3
Doba zpoždění při zapnutí, t_{V2} [μs]	jmen. 0,9
Doba náběhu výstupního impulsu, t_r [ns]	jmen. 45
Doba týlu výstupního impulsu, t_f [ns]	jmen. 45

1) Při napětí menším než 2,3 V není zaručena funkce obvodu.

2) Integrované obvody se mohou používat v celém rozsahu provozních teplot. V předpokládaném zapojení se však musí respektovat teplotní závislost charakteristických údajů.

3) Úroveň je vztažena vůči napájecímu napětí.

4) Údaj spínací úrovně a_0 platí při $U_{CC} = 4\text{ V}$, $\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$.

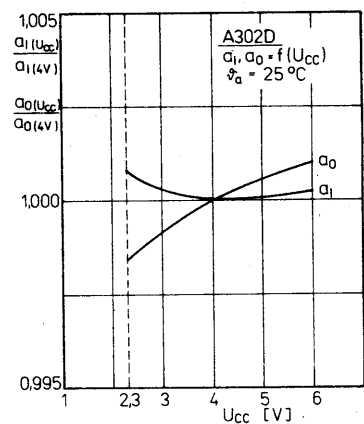


Obr. 42. Výstupní proud obvodu A302D v úrovni L jako funkce teploty okolí

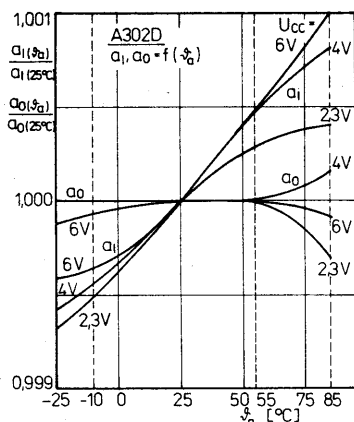
teplot od -10 do $+55^\circ\text{C}$ je změna proudu asi 150 μA (což je velmi malá teplotní závislost).

Lineárně se zmenšující vstupní proud v úrovni H v dovoleném rozsahu provozních teplot okolí je na obr. 41, průběh saturačního napětí výstupního tranzistoru na obr. 42.

Vlastnosti spínací úrovně v závislosti na napájecím napětí, popř. na teplotě okolí vyjadřují grafické závislosti na obr. 43 až 44.



Obr. 43. Spínací úroveň v sepnutém (a_0) a rozpojeném stavu (a_1) v závislosti na napájecím napětí obvodu A302D při teplotě okolí 25°C



Obr. 44. Spínací úroveň v sepnutém (a_0) a rozpojeném stavu (a_1) v závislosti na teplotě okolí obvodu A302D při napájecím napětí 2,3 V, 4 V a 6 V

Spínací úrovně jsou normovány jako vstupní napětí U_i vůči napájecímu napětí U_{CC} takto:

$$\text{spínací úroveň } I_{OFF} = a_0 \frac{U_{OFF}}{U_{CC}}$$

$$\text{spínací úroveň } I_{ON} = a_1 \frac{U_{ON}}{U_{CC}}$$

Závislosti jsou vztaženy vždy vůči spínací úrovni při doporučeném napájecím napětí 4 V a teplotě 25 °C, takže odchylky v jiných provozních rozsazích jsou dobře patrné.

Integrovaný obvod A302D je obdobou součástky MCC102 amerického výrobce Microcomponents Corp., která má téměř stejné elektrické vlastnosti (mimo maximální dovolený provozní proud). Porovnáním se starším obvodem A902D z výroby RFT v NDR vyznačuje se A302D mimo větší vstupní odpor i vnitřní ochranou proti přepólování napájecího napětí, větší stálostí prahového napětí, lepšími spínacími časy, strmějšími náběhovými hranami spínacích impulsů a menším příkonem.

Hojně používaný obvod TCA345A z výroby firmy Siemens, který má dolní hranici dovoleného napájecího napětí o 0,3 V menší, se může obvodem A302D bez problému nahradit. Všechny ostatní hlavní veličiny má A302D o něco lepší. Je třeba podotknout, že všechny ostatní prahové spínače nejsou vybaveny ochranou proti přepólování napájecího napětí.

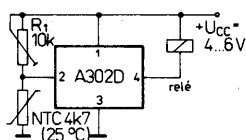
Provozní spolehlivost obvodu A302D udává výrobce jako $\lambda_p = 5 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$ při provozu se středním elektrickým zatížením, střední teplotou okolí 40 °C a při zanedbatelném mechanickém zatížení. Uvedená spolehlivost se vztahuje na funkční vady přístrojů, způsobené vestavěným obvodem A302D během provozní doby nejméně 1000 h v časovém období 12 měsíců.

Typická provozní zapojení

Popsaná zapojení využívají velmi dobrých vlastností obvodu A302D ve velmi přesných, časově řízených funkcích jsou astabilní a monostabilní multivibrátory, spínače s vysokým vstupním odporem apod. Přemýšlivý konstruktér jich může adaptovat a navrhovat celou řadu dalších. Výhodou popsaných zapojení je možnost jednoduché realizace a dostupnost součástek u nás i našich sousedů.

Regulátor teploty

Zapojení na obr. 45 představuje jednoduchý regulátor teploty s obvodem A302D. K jeho vstupu je připojen rezistorový dělič složený z odporového trimru 10 kΩ a rezistoru 4,7 kΩ se záporným teplotním činitelem.



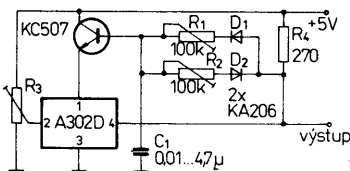
Obr. 45. Zapojení regulátoru teploty s integrovaným obvodem A302D a reléovým výstupem

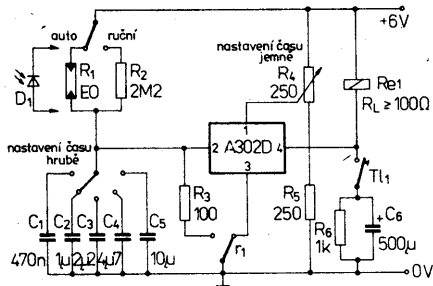
lem. Bude-li na vstupu 2 vstupní napětí z napěťového děliče (rezistory R_1/R_2) menší než 0,5 U_i (zvýšená teplota), relé na výstupu se rozpojí (odpadne). Funkce spínače je v širokých mezích nezávislá na velikosti napájecího napětí, takže k napájení popsaného regulátoru se nemusí používat stabilizované napětí. Hystereze spínání regulátoru závisí na použitém teplotně závislém rezistoru. Průměrně činí asi 3 °C.

Integrovaný obvod v zapojení jako

všestranný impulsní generátor

je navržen na obr. 46. Výstupní impulsy mají pravoúhlý tvar, jejich kmitočet se může nastavit v rozsahu od 0 do 50 kHz. Integrovaný obvod pracuje ve spojení s křemíkovým tranzistorem KC507 s poměrně velkým zesilova-



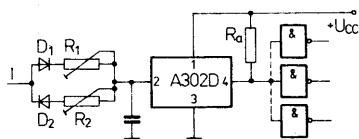


Obr. 50. Osvětlovací spínací hodiny s obvodem A302D pro zvětšovací přístroje v temné komoře

Hrubě se spínací časy nastaví přepínačem P_1 , kterým se ke vstupu obvodu A302D připojí kondenzátor s potřebnou kapacitou. Stiskem tlačítka T_1 se krátkodobě sepnou relé Re_1 , čímž se nabije kondenzátor C_2 . Spínací kontakt relé re_1 spojí vývod 3 obvodu se zemním potenciálem a relé zůstává dále sepnuto. Nyní se nabije kondenzátor C_2 přes fotoresistor R_1 , popříp. rezistor R_2 . Dosáhne-li napětí na vývodu 2 přes rezistor R_3 určité prahové úrovně, relé odpadne a kondenzátor C_2 se vybijí přes rezistor R_3 .

Při automatickém spínání času je fotorezistor (popříp. fotodioda) zapojen v závěrném směru, připojen mezi vstup a kladné napájecí napětí. Fotoelektrická součástka se vloží obvyklým způsobem do cesty světelnému paprsku ze zvětšovacího přístroje, který osvětlí fotokatodu fotoelektrického prvku. Intenzita dopadajícího světla, která je závislá na intenzitě vykrytí negativní kresby na filmu, světlosti objektivu, cloně a citlivosti použitého fotopapíru, způsobuje větší či menší vnitřní odpor fotoelektrického prvku. V důsledku toho se kondenzátor C_1 nabije rychleji nebo pomaleji na určité prahové napětí integrovaného spínače, při němž odpadne relé a vypne se žárovka ve zvětšovacím přístroji. Popsanými spínacími hodinami s uvedenými součástkami je možné dosáhnout spínacích časů až do 100 s.

Příznivé napájecí napětí, stejně jako vstupní a výstupní napětí integrovaného obvodu A302D umožňuje jej používat ve spojení s logickými obvody TTL, může totiž sloužit ke zvětšení vstupního odporu logických členů TTL (jako časový člen, monostabilní klopný obvod, pracující v sekundovém rozsahu apod.). Praktický příklad podle zapojení na obr. 51 je

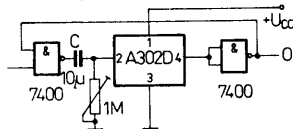


Obr. 51. Zapojení pro zvětšení vstupního odporu logických členů TTL pomocí obvodu A302D

zpožďovací obvod,

který má odděleně nastavitelné zpoždění záporné, popříp. kladné hrany impulsů. Při pracovním odporu $R_a = 1 \text{ k}\Omega$ mezi výstupem a kladným pólem napájecího zdroje má integrovaný obvod A302D výstupní zatěžovací činitel 35. K výstupu se mohou přímo připojit vstupy logických členů NAND. Statická odolnost proti rušení pro oba výstupní stavy sepnutí je lepší než 0,5 V. Doba náběhu se určí podle vztahu $t_r = 0,87 R_1 C$, doba poklesu $t_f = 0,65 R_2 C$.

Zapojení na obr. 52 představuje návrh



Obr. 52. Zapojení monostabilního multivibrátoru v kombinovaném zapojení obvodu A302D s logickými členy NAND

monostabilního multivibrátoru

s obvodem A302D, na jehož vstupu a výstupu pracují logické členy NAND základní logiky 7400. Zapojení se vyznačuje velkou dobou zpoždění spínání.

Spínače prahové úrovně TCA105, TCA105B, TCA105G, TCA105W, TCA105BW

Integrované obvody řady TCA105 jsou spínače prahové úrovně, určené především pro použití ve spojení s indukčními a světelnými senzory jako přibližovací spínače, hradla a jiné bezkontaktní spínače. Obvody sdružují na čipu oscilační stupeň, vlastní spínač prahové úrovně a výstupní zesilovač s „doplňkovými“ výstupy. Výrobce těchto součástek je firma Siemens AG.

Vnitřní elektrické zapojení všech jmenovaných obvodů je na obr. 53. Obvody se vyznačují širokým rozsahem dovoleného napájecího napětí podle typu od 4,75 V do 30 V, popříp. 20 V u obvodů TCA105B a TCA105BW. Zatěžovat se mohou výstupním proudem až do 50 mA, což postačuje k buzení cívek malých relé. Spínače se spouštějí stejnosměrným napětím, přivedeným na vstup I_1 (vývod 2). Pokud se při provozu s indukčním senzorem nepoužije vstup I_2 (vývod 3) k aktivnímu řízení spínače, spojí se se zemním potenciálem. Spínače jsou slučitelné s logikou TTL.

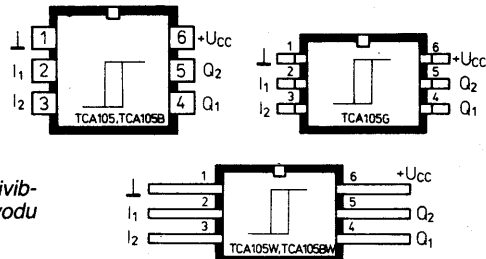
Popsané součástky se dodávají ve třech druzích pouzder, určených pro běžná použití, v rozměrově malých pouzdrech jsou vhodné pro miniaturní spínače. Obvody

TCA105, TCA105B jsou v plastovém pouzdru DIP-6 s $2 \times$ třemi vývody v rastru 2,54 mm a odstupem řad vývodů 7,6 mm,

TCA105G jsou v miniaturním plastovém pouzdru SO-6 s $2 \times$ třemi vývody v rastru 1,27 mm a odstupem řad vývodů 4,7 mm, vhodném pro povrchovou montáž SMT,

TCA105W, TCA105BW jsou v miniaturním plastovém pouzdru s $2 \times$ třemi páskovými vývody dlouhými asi 7 mm rozloženými v rastru 1,27 mm.

Součástky v miniaturním pouzdru jsou značeny barevně podle kódu: TCA105G

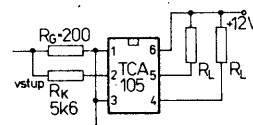


Obr. 54. Zapojení vývodů spolu se schématickým známkem obvodu TCA105

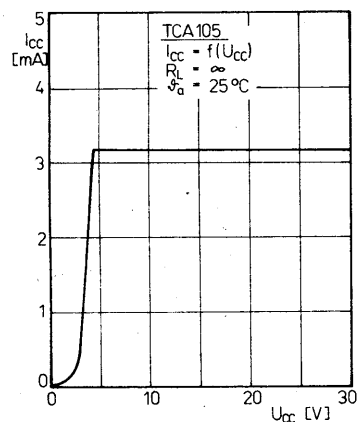
– oranžová a bílá, TCA105W – oranžová a bílá, TCA105BW – oranžová a červená.

Zapojení vývodů spolu se schématickým známkem je uvedeno na obr. 54. Funkce vývodů: 1 – zemnicí bod; 2 – vstup I_1 ; 3 – vstup I_2 ; 4 – výstup Q_1 ; 5 – výstup Q_2 ; 6 – přípoj napájecího napětí U_{CC} .

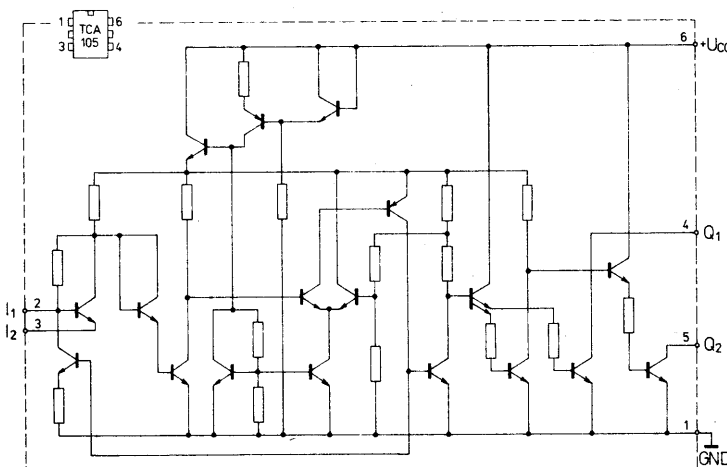
Elektrické vlastnosti spínačů řady TCA105 jsou uvedeny v tab. 3. Údaje platí při statickém měření v zapojení podle obr. 55. Všechny součástky řady mají zaručenou



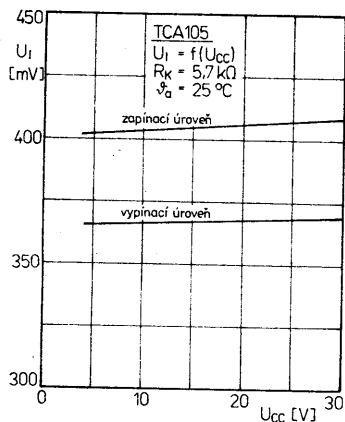
Obr. 55. Zapojení pro měření statických údajů integrovaného obvodu TCA105



Obr. 56. Závislost spotřeby napájecího proudu na napájecím napětí spínacích obvodů řady TCA105



Obr. 53. Vnitřní elektrické zapojení spínačů prahové úrovně řady TCA105

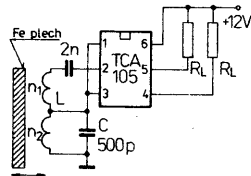


Obr. 57. Zapínací a vypínací úroveň vstupního napětí na napájecím napětí spínacích obvodů řady TCA105

funkci při minimálním napájecím napětí alespoň 4,75 V. Při napětí menším není funkce zaručována. Dokladuje to grafická závislost napájecího proudu na napájecím napětí na obr. 56; při napětí menším než 4,75 V se proud prudce zmenšuje. Průběh spínací úrovně pro sepnutí a vypnutí se s napájecím napětím mění jen velmi zvolna. Tato závislost je graficky znázorněna na obr. 57.

Typická provozní zapojení

Přibližovací spínač nebo indukční drážkový spínač s obvodem řady TCA105, který je nejvíce používán, je na obr. 58. Ke vstupům I_1 a I_2 je připojen rezonanční obvod LC, jehož cívka L má vinutí rozděleno do dvou částí, n_1 a n_2 . Střed cívky je spojen se vstupem I_2 . Při provozu jako drážkový indukční spínač má cívka 2×25 závitů navinutých na hříčkových jádrech s průměrem 9 mm. Šířka drážky má být v rozmezí od 2,5 do 3,5 mm.

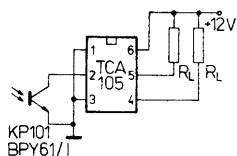


Obr. 58. Zapojení indukčního nebo přibližovacího spínače s obvodem TCA105

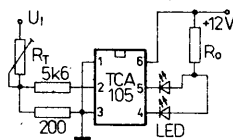
V zapojení jako přibližovací spínač má cívka n_1 8 závitů, n_2 40 závitů drátu. Vzdálenost pro sepnutí je 2 až 3 mm. V obou případech se používá k útlumu oscilací ocelový plech, který se vloží do drážky cívky nebo přiblíží k cívce.

Zapojení světelného hradla s obvodem TCA105, které pracuje s křemíkovým fototranzistorem na vstupu (např. KP101, BPY61/I apod.), je navrženo na obr. 59. Podmínkou správné funkce hradla je použití správného typu fotony či fototranzistoru a správné nasměrování světelného paprsku na fotokatodu.

Ke kontrole úrovně napětí je možné použít zapojení podle obr. 60, kde TCA105 pracuje jako spínač napětové úrovně s indikací minimální a maximální úrovně napětí světelnými



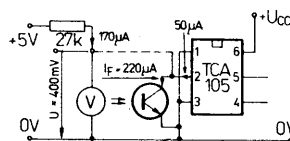
Obr. 59. Světelné hradlo s integrovaným obvodem TCA105



Obr. 60. Zapojení pro kontrolu minimálních a maximálních napětových úrovní s obvodem TCA105 s optickou indikací diodami LED

diodami, zapojenými ve výstupech O_1 a O_2 . Odpor srážecího rezistoru R_o , který je sériově zapojen se svítivými diodami, se musí volit podle pracovního proudu použitých svítivých diod. Velikost kontrolovaného napětí se nastavuje odporovým trimrem R_T ve vstupním odporovém děliči.

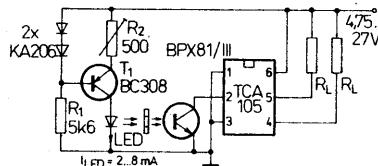
Základními součástkami světelného hradla jsou světelná dioda GaAs, fototranzistor (např. BPX81) a integrovaný obvod TCA105. Zapojení hradla podle obr. 61 může pracovat v širokém rozsahu napájecího napětí od 4,75 do 27 V. Aby bylo možné využívat tento široký rozsah napájecího napětí, napájej se světelná dioda nuceným



Obr. 61. Zapojení světelného hradla s obvodem TCA105 se vstupní úpravou fototranzistoru BPX81 a zdrojem světla

proudem. K tomuto účelu slouží zdroj konstantního proudu, vytvořený tranzistorem T_1 , diodami D_1 , D_2 a oběma rezistory R_1 , R_2 . Působením obou diod vzniká na bázi tranzistoru přibližně konstantní napětí, které je nezávislé na napájecím napětí. Konstantní proud tranzistoru se může nastavit na potřebnou velikost rezistorem R_2 . Změny vlastností součástek vlivem působení teploty okolí a stárnutí se spolehlivě zachytí, bude-li fotoelektrický proud fototranzistoru asi $4 \times$ větší než je prahová úroveň vstupního proudu obvodu TCA105 (asi 200 μ A). Integrovaný obvod je schopen pracovat v plánovaném rozsahu napájecího napětí. Na obou výstupech (vývody 4 a 5) je k dispozici normální a invertovaný výstupní signál.

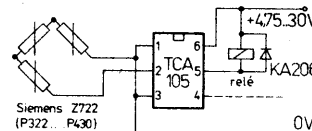
Světelné hradlo se vyvažuje nastavením proudu svítivé diody ve zkušebním zapojení na obr. 62. Proud svítivé diody se nastaví tak, aby mezi vývody 1 a 2 integrovaného



Obr. 62. Návrh vyvažovacího postupu světelného hradla podle zapojení na obr. 61

vývodu bylo napětí 400 mV. Dosažené technické údaje hradla: Při napájecím napětí 4,75 až 27 V je celková spotřeba napájecího proudu 5,3 až 11,3 mA, proud svítivé diody je 2 až 8 mA, spotřeba integrovaného obvodu 3,3 mA, rozsah teploty v provozu -25 až $+70^\circ\text{C}$.

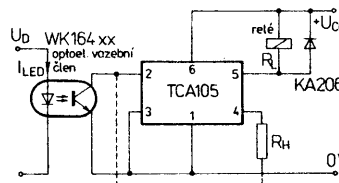
Tepelně závislé rezistory s velkou vodivostí za studena, jejichž odpor se zvyšuje se zvyšováním teploty (tzv. PTC, s kladným teplotním součinitelem), jsou součástky vhodné pro teplotní čidla k hlídání teploty. Velmi jednoduché zapojení obvodu TCA105 bez nároků na vnější součástky na obr. 63 slouží např. k ochraně elektromotorů před



Obr. 63. Ochranné zapojení motoru s teplotně závislými rezistory a prahovým spínačem TCA105

teplým přetížením. Ke vstupu spínače prahové úrovně TCA105 je připojeno několik teplotně závislých rezistorů PTC. Jejich malý odpor za studena udržuje zesilovač prahové úrovně v klidovém stavu. Jakmile se zvětší odpor jednoho nebo několika rezistorů v důsledku zvýšené teploty okolí, překlopí se spínač prahové úrovně do opačné polohy. Protože oba výstupy obvodu TCA105 jsou invertující, může se k nim připojit pracovní nebo klidové relé. Oba výstupy se mohou rovněž používat současně. K měření teploty vinutí elektromotorů jsou vhodné teplotně závislé rezistory typu Z722 firmy Siemens. Jejich mechanická pevnost a izolace vyhovuje požadavkům bezpečnostních norem pro vestavění do měděného vinutí motorů. Dosažené technické údaje ochranného zapojení: Při napájecím napětí 4,5 až 30 V je spotřeba napájecího proudu max. 50 mA (závisí na zátěži), rozsah teploty okolí při provozu -25 až $+85^\circ\text{C}$, celkový odpor za studena teplotně závislého rezistoru max. 2 k Ω , bod sepnutí při celkovém odporu za tepla teplotně závislého rezistoru max. 6 k Ω . Každý z výstupů Q a \bar{Q} se může zatížit proudem až do 50 mA.

Velmi zajímavé řešení světelné závory s optoelektronickým vazebním členem TESLA WK 164 12 až WK 164 16 na vstupu prahového spínače TCA105 je navrženo na obr. 64. Pokud světelný paprsek svítivé dio-



Obr. 64. Zapojení světelné závory s obvodem TCA105 a optoelektronickým vazebním členem na vstupu

dy optoelektronického členu osvětluje katodu fototranzistoru, je závora v klidovém stavu. Jakmile se světelný paprsek přeruší, spínač sepně relé.

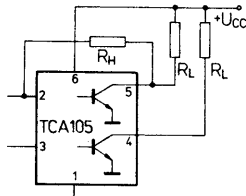
Ke konstrukci zapojení není zapotřebí mimo optoelektronický člen, relé na výstupu a paralelně k němu připojenou zážecí diodu KA206 žádných dalších součástek. Teplotní závislost fotoelektrického proudu svítivé diody je téměř kompenzována vstupním zapínacím proudem obvodu TCA105. Spínací bod je konstantní v celém rozsahu napájecího napětí od 4,5 V do 30 V. Rezistor R_H slouží ke zvětšení hystereze, pokud je to žádoucí.

Předností popsané světelné závory je galvanické oddělení dvou elektrických obvodů. Optoelektronický vazební člen zaručuje dokonalé galvanické oddělení s velkou izolační pevností, která závisí na použité součástce. Izolační napětí mezi vstupem a výstupem optoelektronického vazebního členu z výroby podniku TESLA v Blatné typu WK16412 je 4000 V, WK16413, WK16414, WK16415 je 2500 V, u WK16416 je izolační napětí jen 500 V, proto se hodí jen pro nenáročné účely.

Svitivá dioda vazebního členu se může řídit např. logikou TTL, TTL ALS nebo mikro-počítačovým obvodem. Spotřeba napájecího proudu diody je dána použitou součástkou a bývá v rozmezí 1 až 10 mA.

Stejně účinné zapojení se může konstruovat i s diskretními součástkami – nejlépe s infračervenou diodou TESLA např. WK16402 a fototranzistorem KP101. Zapojení je však složitější a paprsek se musí soustředit na fotokatodu fototranzistoru vhodnou optikou.

V mnoha případech je nutné použít prahový spínač TCA105 s menší hysterezi, než je u něj vnitřně nastavena. Velikost hystereze obvodu je možné zmenšit pomocí vnějšího rezistoru R_H , který se zapojí podle obr. 65.



Obr. 65. Způsob zmenšení hystereze spínání pomocí vnějšího rezistoru R_H mezi neinvertujícím výstupem a vstupem obvodu TCA105

Rezistorem R_H s velkým odporem se nastává zpětná vazba z neinvertujícího výstupu (vývod 5) na vstup (vývod 2), čímž se zmenší hystereze. Velikost odporu zpětnovazebního rezistoru je závislá na tom, zda rezistorem zátěže, připojeným mezi výstup a napájecí napětí, právě protéká proud či nikoli.

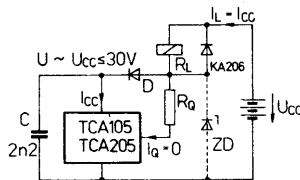
Jestliže je na vstupu vstupní napětí, které překročí prahovou úroveň, je zpětnovazební rezistor spojen výstupním tranzistorem na zemní potenciál, proto ze vstupu je odebrán takový proud, aby se kompenzovalo vnitřní hysterezní zapojení. Bude-li vstupní napětí menší než prahová úroveň, výstup se uzavře, vstup není zatěžován. Tato kompenzace je nezávislá na napájecím napětí. Odpor rezistoru R_H v rozsahu několika desítek k Ω ovlivňuje velikost hystereze.

Jinak je třeba postupovat, chceme-li využít invertujícího výstupu ke spínání zátěže. Jakmile je výstupní tranzistor uzavřen, je zpětnovazební rezistor R_H spojen přes zátěž R_L s napájecím napětím, takže nyní protéká do vstupu přídavný proud. Odpor rezistoru R_H se musí volit podstatně větší (řádově M Ω). Mimoto je hystereze závislá na napájecím napětí.

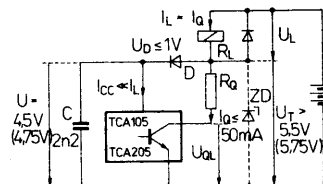
V obou případech se musí volit zpětnovazební rezistor tak, aby nenastalo překompenzování hystereze, tzn. aby změny zatížení vstupu při sepnutí byly tak velké, aby vstup měl úroveň opět pod nebo nad prahovou úroveň. Důsledkem překompenzování je nízkofrekvenční rozkmitání výstupů.

V některých případech je žádoucí nahradit mechanické spínače v elektronických přístrojích a systémech spínači elektronickými, aniž by bylo nutné zavést třetí vodič pro napájení spínače. Vhodný způsob řešení navrhuje zapojení na obr. 66 s integrovaným obvodem TCA105, popříp. TCA205. Široký rozsah dovoleného napájecího napětí od 4,5 V u TCA105 (popříp. od 4,75 V u TCA205) až do 30 V postačuje k dobré funkci prahového spínače v zapnutém i vypnutém stavu.

Rozdělením napětí mezi zátěž (v našem případě vinutí relé) a rezistor R_Q bude integrovaný obvod s výstupem v sepnutém stavu napájen dostatečně velkým napájecím na-



Obr. 66. Zapojení prahového spínače TCA105 nebo TCA205 jako spínací prvek s přípojkou se dvěma vodiči



Obr. 67. Rozdělení napětí a proudů v zapojení podle obr. 66

pětím. Rozdělení všech napětí a proudů obvodu je na obr. 67. V uzavřeném stavu protéká zátěží základní proud okolo 3 mA (viz obr. 66).

Protože při přepnutí výstupů se napájecí napětí integrovaného obvodu velmi rychle změní, nemusí vždy stabilizátor napětí dostatečně rychle reagovat na tuto změnu. Výsledkem mohou být silné zákruty na výstupu. Změny napětí se však mohou zmenšit připojením keramického kondenzátoru 2200 pF paralelně k napájení přímo na obvodu, jak je patrné z obou obrázků.

Jestliže se použije zátěž indukčního charakteru (např. vinutí relé), musí se paralelně k indukčnosti připojit ochranná dioda (např. rychlá křemíková dioda KA206) nebo Zenerova dioda s příslušným Zenerovým napětím paralelně k integrovanému obvodu, jak ukazuje zapojení na obr. 67.

Při návrhu zapojení platí pro sepnutý stav následující provozní podmínky:

Napájecí napětí: $U_{CC} \leq 30 \text{ V}$.

Napětí na děliči: $U_R = U_{CC} + U_D$,
 $U_T = (U_{CC} - U_L) = 5,5 \text{ V (5,75 V u TCA205)}$.

Zatěžovací proud: $I_L = U_L / R_L \leq 50 \text{ mA}$.

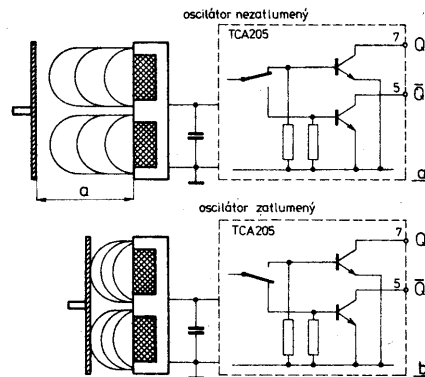
Napěťový dělič: $\frac{R_Q}{R_L} = \frac{U_T - U_{QL}}{U_L}$,

kde U_{QL} závisí na velikosti proudu I_L (viz obr. 67).

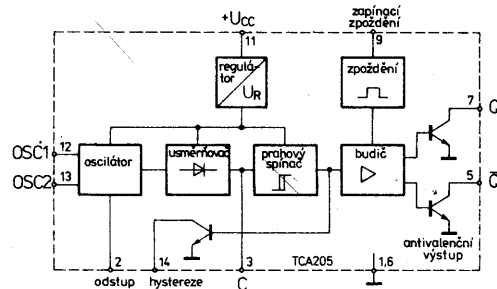
Přibližovací spínače TCA205A, TCA205K

Monolitické bipolární integrované obvody TCA205A, TCA205K jsou určeny speciálně ke konstrukci indukčních přibližovacích spínačů s otevřeným kolektorovým výstupem, jejichž funkční princip je zobrazen na obr. 68a a 68b. Spínače pracují s indukčním čidlem na vstupu. Při normálním provozu, kdy indukční čidlo není ničím ovlivňováno, je spínač sepnut a na výstupu Q obvodu je výstupní signál. Jakmile se přiblíží k cíve laděného obvodu na vstupu spínače např. kovový předmět, přepne se výstupní signál na výstup Q v důsledku útlumu kmitání oscilátoru.

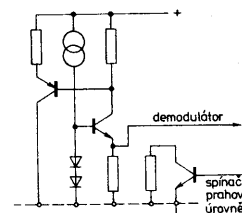
Oba spínací obvody se vyznačují širokým rozsahem napájecího napětí od 4,75 do 30 V, velkým dovoleným výstupním proudem, doplňkovými výstupy, nastavitelným odstupem spínání, nastavitelnou hysterezí a zpožděním při zapínání. Funkční skupino-



Obr. 68. Funkční princip přibližovacího obvodu TCA205; na obr. a je stav oscilátoru v nezatlušeném stavu, na obr. b oscilátor utlušen přiblíženou kovovou destičkou



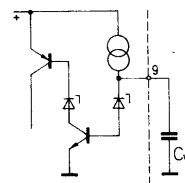
Obr. 69. Funkční skupinové zapojení obvodů TCA205A, TCA205K



Obr. 70. Vnitřní elektrické zapojení funkční skupiny oscilátoru obvodu TCA205

vé zapojení obvodu TCA205 je na obr. 69, z něhož je patrná úplná funkce spínače. Pro lepší názornost je na obr. 70 základní elektrické zapojení funkční skupiny oscilátoru, na obr. 71 zapojení skupiny zapínacího zpoždění, na obr. 72 obvodu pro připojení integračního kondenzátoru a na obr. 73 doplňkových výstupů Q a Q.

Popisované součástky dodává výrobce Siemens AG ve dvou typech pouzder. TCA205A je v plastovém pouzdru DIP-14 s 2 \times sedmi vývody v rastru 2,54 mm a odstupem řad vývodů 7,6 mm, zapojení vývodů je patrné z obr. 74. Spínač TCA205K je v pouzdru MIKROPACK s vývody rozdělenými podle obr. 75 do dvou řad okolo čipu, který je připájen na nosné destičce. Zapojení vývodů je uvedeno na obrázku. Délka nosné destičky je 8 mm, šířka 4,2 mm. Vlastní čip je umístěn uprostřed nosné destičky, jejíž tloušťka včetně čipu je pouze 0,6 mm.

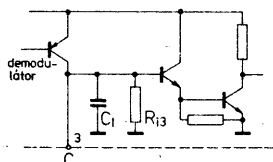


Obr. 71. Vnitřní elektrické zapojení funkční skupiny zapínacího zpoždění obvodu TCA205

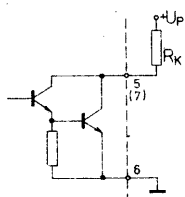
Tab. 3. Elektrické údaje spínačů prahové úrovně řady TCA105

Mezní údaje	
Napájecí napětí, U_{CC} [V] TCA105, TCA105G, TCA105W TCA105B, TCA105BW	≤ 30 ≤ 20
Výstupní napětí – vývod 4 a 5, U_O [V] TCA105, TCA105G, TCA105W TCA105B, TCA105BW	≤ 30 ≤ 20
Výstupní proud, I_O [mA] Výstupní napětí U_O [V]	≤ 50 ≤ 0
Spínací kmitočet, f_S [kHz]	≤ 40
Teplota přechodu, θ_j [°C]	≤ 125
Rozsah skladovací teploty, θ_{stg} [°C]	-55 až $+125$
Tepelný odpor systém-okolí, R_{thsa} [K/W] TCA105, TCA105B TCA105G, TCA105BW, TCA105W	≤ 115 ≤ 200
Funkční rozsah	
Napájecí napětí, U_{CC} [V] TCA105, TCA105G, TCA105W TCA105B, TCA105BW	4,75 až 30 4,75 až 20
Oscilační kmitočet, f_{osc} [MHz]	1 až 4,5
Rozsah teploty okolí v provozu, θ_a [°C]	-25 až +85
Charakteristické údaje	
Platí při $U_{CC} = 12$ V, $\theta_a = 25$ °C, $R_K = 5,6$ k Ω , statické měření v zapojení podle obr. 55, vývod 3 spojen s vývodem 1	
Spotřeba napájecího proudu, I_{CC} [mA]	jmen. 3,4; ≤ 5
Zapínací napětí s kompenzačním rezistorem $R_K = 5,6$ k Ω , U_i [mV]	jmen. 400; 300 až 480
Prahová úroveň vstupního proudu, I_i [μ A]	jmen. -60
Hystereze, U_{Hy} [mV]	jmen. 35; 20 až 50
Zbytkové napětí – úroveň L, U_{OL} [V] $I_O = 16$ mA	jmen. 0,25; $\leq 0,35$ $= U_{CC}$
Výstupní napětí – úroveň H, U_{OH} [V] Závěrný proud – úroveň H, I_{QH} [mA] $U_{CC} = 30$ V, TCA105, TCA105G, TCA105W $U_{CC} = 20$ V, TCA105B, TCA105BW	≤ 60 ≤ 60
Zbytkové napětí – úroveň L, U_{OL} [V] $I_O = 50$ mA	jmen. 0,7; $\leq 1,15$
Doba přepnutí v provozu TTL, t [μ s] $I_O = 16$ mA	jmen. 3

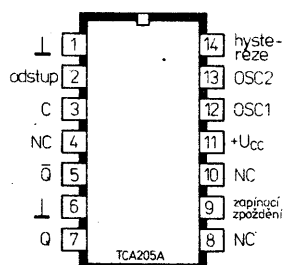
1) Záporné vstupní napětí se nesmí přivést na vstup obvodu.



Obr. 72. Vnitřní elektrické zapojení funkční skupiny pro připojení integračního kondenzátoru C obvodu TCA205



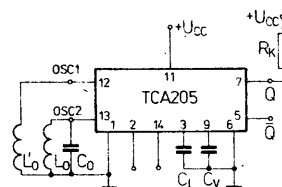
Obr. 73. Vnitřní elektrické zapojení funkční skupiny antivalenčních výstupů Q a Q obvodu TCA205



Obr. 74. Zapojení vývodů TCA205A

Tab. 4. Elektrické údaje přibližovacího spínače TCA205A, TCA205K

Mezní údaje	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	≤ 30
Výstupní napětí, U_O [V]	≤ 30
Výstupní proud, I_O [mA]	≤ 50
Teplota přechodu, θ_j [°C]	≤ 150
Rozsah skladovací teploty, θ_{stg} [°C]	-40 až $+125$
Tepelný odpor systém-okolí, R_{thsa} [K/W] TCA205A	≤ 85
Doporučené pracovní podmínky	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	4,75 až 30
Teplota okolí v provozu, θ_a [°C]	-25 až +85
Charakteristické údaje	
Platí při $U_{CC} = 12$ V, $\theta_a = 25$ °C	
Spotřeba napájecího proudu naprázdno vývody nezapojeny, I_{CC} [mA]	jmen. 1; ≤ 2
Výstupní napětí – úroveň L, U_{OL} [V] $I_{OL} = 5$ mA $I_{OL} = 50$ mA	jmen. 0,8; $\leq 1,0$ jmen. 1,25; $\leq 1,5$
Výstupní proud závěrný – úroveň H, I_{QH} [μ A] $U_{OH} = 30$ V	≤ 10
Integrační kondenzátor, C_2 [nF]	jmen. 10
Vnitřní odpor vývodu 3, R_{i3} [k Ω]	jmen. 350; 200 až 660
Napěťová úroveň na vývodu 3, U_3 [V]	jmen. 1,3; $\leq 1,5$
Odpor rezistoru pro nastavení odstupu zapojení obr. 77, R_A [k Ω]	≤ 6
Odpor rezistoru pro nastavení hystereze zapojení obr. 77, R_H [k Ω]	≤ 0
Odpor rezistoru pro nastavení odstupu zapojení obr. 77, R_A [k Ω] $R_H \rightarrow \infty$ 1)	≤ 6
Odpor rezistoru pro nastavení hystereze zapojení obr. 77, R_H [k Ω] $R_A \rightarrow \infty$ 1)	≤ 6
Doba zpoždění při zapnutí, t_v [ms/ μ F]	jmen. 200
Kmitočet oscilátoru, f_{osc} [MHz]	0,015 až 1,5
Spínací kmitočet bez kondenzátoru C_2 , f_S [kHz]	jmen. 0,015; ≤ 5

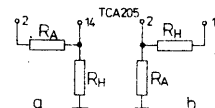
1) Paralelní zapojení rezistorů R_H a R_A musí mít odpor větší než 6 k Ω .

Obr. 76. Příklad zapojení obvodu TCA205 jako přibližovacího nebo drážkového spínače

a OSC₂ (vývody 12 a 13), pracuje obvod jako drážkový spínač.

Rezistory pro nastavení odstupu, R_A , a hystereze spínání, R_H , se připojují u přibližovacího zapojení s obvodem TCA205 podle požadovaného způsobu sériové nebo paralelní hystereze podle obr. 77a a 77b. Kapacita C_1 znamená v zapojení integračního kondenzátoru 1 nF, C_V je zpožďovací kondenzátor. Jeho kapacita v μ F se volí podle požadované doby zpoždění podle vztahu.

$$C_V = 4 \times \text{doba zpoždění} \quad [\mu\text{F}; \text{ms}].$$

Obr. 77. Připojení rezistoru R_A pro nastavení odstupu a rezistoru R_H pro hysterezi spínacího obvodu TCA205; a – pro sériovou hysterezi; b – pro paralelní hysterezi

Obr. 75. Zapojení vývodů integrovaného obvodu TCA205K

Funkce vývodů: 1 – zemnicí bod; 2 – vývod pro nastavení odstupu; 3 – připoj integračního kondenzátoru C; 4 – volný vývod u TCA205A, u TCA205K je vývod vynechán; 5 – výstup Q; 6 – zemnicí bod; 7 – výstup Q; 8 – volný vývod; u TCA205K vývod vynechán; 9 – vývod pro nastavení doby zapínání zpoždění; 10 – volný vývod, u TCA205K vývod vynechán; 11 – připoj kladného napájecího napětí U_{CC} ; 12, 13 – připoj vnějších součástek laděného obvodu oscilátoru; 14 – vývod pro nastavení hystereze spínání. Elektrické údaje obou provedení obvodu TCA205 jsou stejné a jsou v tab. 4.

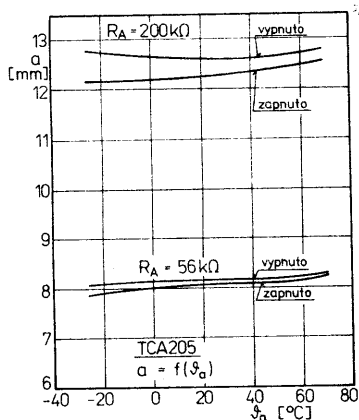
Příklady zapojení spínače

Základní zapojení integrovaného obvodu TCA205 je na obr. 76. Spínač může pracovat s jednou nebo dvěma cívkami laděného obvodu. Použije-li se jedna cívka, která se připojí ke vstupu OSC₁ (vývod 12), pracuje zapojení jako přibližovací spínač. Se dvěma cívkami, připojenými k vývodům OSC₁,

Zapojení na obr. 77a je vhodnější pro přibližovací spínače s kmitočtem oscilátoru v rozsahu 200 až 300 kHz a při malých vzdálenostech spínání. Zapojení na obr. 77b je vhodnější pro nízkofrekvenční přibližovací spínače s větší vzdáleností. Hlavním důvodem toho je, že u zapojení na obr. 77a se může použít menší odpor rezistoru R_H . Jeho odpor musí být v zapojení na obr. 77a větší než 0 Ω , v zapojení na obr. 77b větší než 6 k Ω . Větší odpor rezistoru R_H ovlivňuje mimo hysterezi spínání též fázi oscilátoru a to od kmitočtu 200 kHz výše. V praxi se musí proto udržet co nejmenší fázový posuv, aby se dosáhlo jednoznačně definovaného spínání.

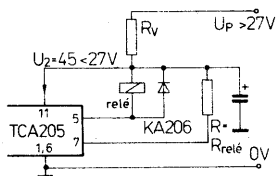
Doporučené součástky spínacího zapojení podle obr. 76: Průměr tělíska cívky 25 mm, délka cívky 8,9 mm, použité železové jádro 8 mm. Cívka má 100 závitů CuLS (lanko) 30x 0,05 mm, indukčnost 642 μ H. Měřicí destička (ocelová) má rozměry 30 x 30 x 1 mm. Rezistor (metalizovaný) R_A má odpor 56 až 200 k Ω , odpor $R_H = \infty$ (v zapojení na obr. 77b). Vhodný kondenzátor je styroflexový 1500 pF. Rezonanční kmitočet laděného obvodu je 162 kHz.

Závislost vzdálenosti měřicí destičky pro testování vypnutí a zapnutí oscilátoru (utlumení oscilátoru) při konstantním odporu rezistoru $R_A = 56$ k Ω a 200 k Ω v závislosti na teplotě okolí v provozu obvodu TCA205 je uvedena na obr. 78. Veličina a znamená vzdálenost měřicí destičky od cívky v mm.



Obr. 78. Závislost vzdálenosti měřicí destičky od cívky přibližovacího čidla na teplotě okolí při použití konstantního odporu $R_A = 56$ k Ω a 200 Ω obvodu TCA205

Integrovaný obvod TCA205 byl vyvinut speciálně pro použití ve spojení s indukčním snímačem, s nímž slouží jako přibližovací spínač. Při optimální volbě laděného obvodu snímáče je možné spínač bezdotykově spínat až do vzdálenosti 60 mm přiblížením železného předmětu. Vzdálenost předmětu stejně jako hystereze spínání se může nastavit nezávisle na sobě. Praktické zapojení



Obr. 79. Způsob zvětšení napájecího napětí obvodu TCA205 nad dovolenou mezní velikost 27 V za podmínky, kdy je přesně stejná zátěž na obou výstupech

Tab. 5. Doporučené součástky přibližovacího spínače podle obr. 79

Hrnčíkové jádro $\varnothing \times l$ [mm]	Jmenovitý odstup a [mm]	Použitá cívka indukčnost L_0 [μ H]	počet závitů n [závitů]	Kondenzátor C_1 [pF]	Kmitočet laděného obvodu f_0 [kHz]	Odporové trimry R_A [M Ω]	R_H [k Ω]
14,4 x 7,5	9	150	80 ¹⁾	680	500	0,5	100
25 x 8,9	15	500	70 ²⁾	1500	180	1,0	250
70 x 14,5	42	3900	150 ³⁾	560	210	2,5	500

1) Měděné lanko 12 x 0,04 mm.

2) Měděné lanko 20 x 0,04 mm.

3) Měděný drát lakovaný \varnothing 0,3 mm.

4) Kondenzátor C_1 se doporučuje styroflexový.

5) Kapacita kondenzátoru C_3 se volí podle $C_3 = 4 \times \text{doba zpoždění } [\mu\text{F}; \text{ms}]$.

spínače je navrženo na obr. 79. Připojením kondenzátoru k vývodu 9 se může nastavit zpoždění spínání výstupu vůči připojení napájecího napětí.

Paralelní laděný obvod snímáče, který pracuje jako přibližovací prvek, se připojuje ke spojeným vývodům 12 a 13. Vnitřní oscilátor vyrábí oscilační signál, jehož amplituda se může měnit nastavitelným odporovým trimrem R_A , připojeným mezi vývody 2 a 14. Signál oscilátoru se po usměrnění přivádí na prahový spínač. Jakmile se přiblíží kovový předmět k laděnému obvodu, změní se jeho jakost Q a tím se zmenší amplituda oscilačního napětí. Dosáhne-li usměrněné napětí pevně nastavené dolní prahové úrovně spínače integrovaného obvodu, sepe spínač prahové úrovně a přepne se oba doplňkové výstupy do opačné úrovně.

Citlivost přibližovacího spínače závisí ve značné míře na jakosti a rozptylovém poli cívky laděného obvodu. Vzdálenost, při níž se vyvolá spínací pochod, se zvětší s větší mechanickými rozměry použitého jádra cívky. Pro spolehlivou funkci platí při spínacím odstupu asi do 30 mm vztah

$$d \geq 2a,$$

kde d je vnější průměr hrnčíkového jádra cívky, a je odstup k sepnutí bezkontaktního spínače.

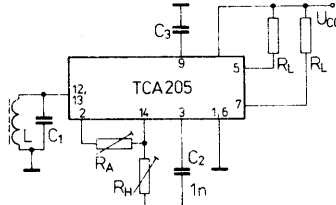
Při praktických konstrukcích bylo ověřeno, že u optimálně nastaveného spínače se dosáhlo odstupu, který odpovídal přibližně průměru jádra cívky.

Integrační kondenzátor C_2 slouží k vyhlazení usměrněného signálu oscilátoru. Kondenzátorem C_3 , připojeným k vývodu 9, se může poněkud měnit doba zpoždění výstupu při zapnutí vůči napájecímu napětí. Doba zpoždění činí asi 250 ms na 1 μ F kapacity kondenzátoru. K praktickým zkouškám poslouží údaje doporučených součástek v tab. 5.

Celý snímáč se může vestavět do válcového pouzdra, jehož průměr je dán průměrem hrnčíkového jádra cívky laděného obvodu. Snímáče se zvlášť malým jádrem, které však musí mít průměr větší než 5,4 mm a délku 3,6 mm, se doporučuje osadit integrovaným obvodem TCA205W v miniaturním pouzdru.

Jestliže je zátěž obou doplňkových výstupů stejná, může se shodně se zapojením na obr. 80 zvětšit napájecí napětí na libovolnou velikost (připojením předřadného rezistoru R_V při napětí větším než 27 V).

Technické údaje spínače: Napájecí napětí od 4,5 do 27 V, spotřeba napájecího proudu



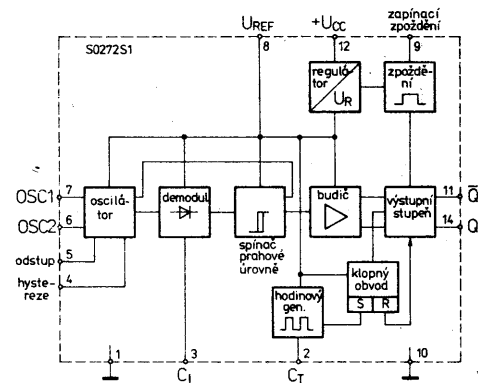
Obr. 80. Zapojení přibližovacího spínače s obvodem TCA205

bez zátěže maximálně 5 mA, zatěžovací proud maximálně 50 mA. Teplota okolí v provozu od -25 do +85 $^{\circ}$ C.

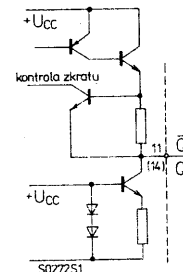
Přibližovací spínače S0272S1, S0272S1K

Monolitické bipolární integrované obvody S0272S1, S0272S1K jsou spínací obvody prahové úrovně, vhodné ke konstrukci přibližovacích spínačů s indukčním snímačem na vstupu. Přiblížením kovového předmětu k laděnému obvodu indukčního snímáče se utlumí laděný obvod, oscilátor se rovněž utlumí, proto se zmenší amplituda oscilačního napětí a výstupy se přepnou do opačné výstupní úrovně. Funkce obvodu je v podstatě stejná jako u přibližovacího obvodu TCA205A.

Funkční skupinové zapojení spínačů S0272S1 je na obr. 81. Obvod sdružuje celkem devět funkčních skupin. Ve srovnání se spínači TCA205 má výstupní stupeň dvojnásobný výstup odolný proti zkratu. Jeho elektrické zapojení je patrné z obr. 82. Navíc je spínač vybaven generátorem hodinového kmitočtu a klopným obvodem R-S. Elektrické údaje spínacích obvodů jsou v tab. 6.

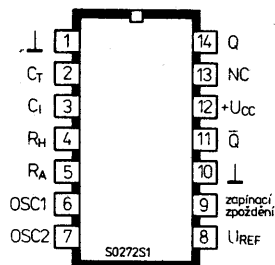


Obr. 81. Funkční skupinové zapojení přibližovacích obvodů S0272S1, S0272S1K

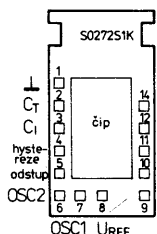


Obr. 82. Elektrické zapojení výstupního stupně obvodů S0272S1

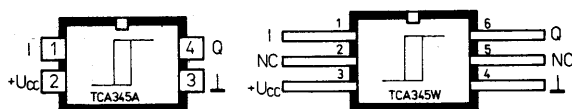
Zapojení vývodů obvodu S0272S1, který je v plastovém pouzdru DIP-14 s 2x sedmi vývody v rastru 2,54 mm s odstupem řad vývodů 7,6 mm, je na obr. 83. Obvod S0272S1K je montován na nosném substrátu



Obr. 83. Zapojení vývodů SO272S1



Obr. 84. Zapojení vývodů integrovaného obvodu SO272S1K



Obr. 86. Zapojení vývodů spínačů prahové úrovně TCA345A, TCA345W

Obr. 85. Doporučené provozní zapojení int. obvodu SO272S1; s jednou cívkou připojenou ke vstupu OSC2 (vývod 6) pracuje jako přibližovací spínač, se dvěma cívkami jako drážkový spínač

tu s délkou 8 mm a šířkou 4,2 mm. Tloušťka substrátu včetně čipu je 0,4 mm. Zapojení vývodů tohoto obvodu je na obr. 84. Vývody jsou umístěny po stranách destičky.

Funkce vývodů: 1 – zemnicí bod; 2 – přípoj vnějšího kondenzátoru hodinového generátoru C_T ; 3 – přípoj vnějšího kondenzátoru hodinového generátoru C_I ; 4 – přípoj vnějšího rezistoru pro nastavení hystereze R_H ; 5 – přípoj vnějšího rezistoru pro nastavení odstavu R_A ; 6 – vstup oscilátoru OSC1; 7 – vstup oscilátoru OSC2; 8 – výstup referenčního napětí U_{REF} ; 9 – přípoj vnějšího

kondenzátoru pro nastavení zapínacího zpoždění C_V ; 10 – zemnicí bod; 11 – výstup Q; 12 – přípoj kladného napájecího napětí; 13 – volný vývod; u typu SO272S1K je vývod vynechán; 14 – výstup Q.

Příklad zapojení obvodu SO272S1 je na obr. 85. S jednou cívkou laděného obvodu, připojenou mezi vstup OSC2 a zem pracuje zapojení jako přibližovací obvod, se dvěma cívkami připojenými k vývodům OSC1 a OSC2 a zem jako drážkový spínač. Odporovým trimrem R_H se nastavuje žádaná hystereze spínání, trimrem R_A se nastavuje spínací odstup mezi přibližujícím se předmětem a laděným obvodem. Kondenzátor C_T slouží k nastavení požadovaného kmitočtu hodinového generátoru. C_I je integrační kondenzátor, C_S je podpurný kondenzátor pro vyhlazení referenčního napětí. Příslušné údaje těchto součástek jsou uvedeny v tabulce elektrických údajů (tab. 6). Kapacita kondenzátoru C_V (v μF) se stanoví jako čtyřnásobek požadované doby zpoždění (v ms). K nastavení správné vzdálenosti pro spínání je možno využít grafické závislosti na obr. 78, která platí pro spínač TCA205.

Spínače prahové úrovně TCA345A, TCA345W

Monolitické integrované obvody TCA345A, TCA345W jsou spínače prahové úrovně, jejíž velikost je lineárně závislá na použitém napájecím napětí. K výstupu spínače se může připojit odporová i indukční

Tab. 6. Elektrické údaje přibližovacího spínače SO272S1, SO272S1K

Mezní údaje	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	≤ 35
Výstupní proud, I_O [mA]	≤ 120
Teplota přechodu, θ_a [$^{\circ}C$]	≤ 150
Rozsah skladovací teploty, θ_{stg} [$^{\circ}C$]	-55 až +125
Tepelný odpor systém-okolí, R_{thsa} [KW]	≤ 85
Doporučené pracovní podmínky	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	4,5 až 30
Teplota okolí v provozu, θ_a [$^{\circ}C$]	-25 až +85
Charakteristické údaje	
Platí při $U_{CC} = 12 V$, $\theta = 25^{\circ}C$	
Spotřeba napájecího proudu naprázdno, vývody nezapojeny, I_{CC} [mA]	jmen. 2; $\leq 3,1$
Výstupní napětí – úroveň H, U_{OH} [V]	$\geq U_{CC} - 1,8$
$I_{OH} = 1 mA$	$\geq U_{CC} - 2,0$
$I_{OH} = 10 mA$	$\geq U_{CC} - 2,3$
$I_{OH} = 50 mA$	
Výstupní napětí – úroveň L, U_{OL} [V]	$\leq 0,9$
$I_{OL} = 1 mA$	$\leq 2,3$
$I_{OL} = 10 mA$	
Referenční napětí, U_{REF} [V]	jmen. 3,35; 3,0 až 3,7
$I_R = 0$	$\leq 0,5$
Zatížitelnost referenčního napětí, I_{REF} [mA]	
Výstupní proud – úroveň H, $-I_{OH}$ [mA]	60 až 120
při zkratu hodinového signálu	
Výstupní proud zkratový, $-I_{OK}$ [mA]	$-I_{OH}$ až 200
$U_O = 0 V$	10 až 30
$U_O = U_{CC}$	
Doba působení po zkratování, t_k [μs]	20 až 50
$C_T = 22 nF$	
Klíčovací poměr signálu pro zjištění zkratu, P/P	jmen. 1 : 20
Vnější kondenzátor hodinového signálu, C_T [nF]	jmen. 33; 20 až 40
Integrační kondenzátor, C_I [pF]	≥ 100
Podpurný kondenzátor, C_S [μF]	0 až 10
Odpor rezistoru pro nastavení odstavu R_A [k Ω]	≥ 6
Odpor rezistoru pro nastavení hystereze spínání R_H [k Ω]	≥ 6
Doba zpoždění při zapnutí, t_V [ms/ μF]	jmen. 60
Kmitočet oscilátoru, f_{OSC} [MHz]	0,015 až 1,5

1) Paralelní zapojení rezistorů R_H a R_A musí mít odpor větší než 6 k Ω .

Tab. 7. Elektrické údaje spínače prahové úrovně TCA345A, TCA345W

Mezní údaje	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	≤ 10
Výstupní proud, I_O [mA]	≤ 70
Vstupní napětí, I_I [V]	0 až U_{CC}
Zatěžovací indukčnost, L_O [mH]	≤ 500
Teplota přechodu, θ_i [$^{\circ}C$]	≤ 125
Rozsah skladovací teploty, θ_{stg} [$^{\circ}C$]	-55 až +125
Tepelný odpor systém-okolí, R_{thsa} [KW]	≤ 140
TCA345A	≤ 200
TCA345W	
Doporučené provozní podmínky	
Napájecí napětí, U_{CC} [V]	2 až 10
Teplota okolí v provozu, θ_a [$^{\circ}C$]	-25 až +85
Charakteristické údaje	
Platí při $\theta_a = 25^{\circ}C$	
Spotřeba napájecího proudu, I_{CCH} [mA]	jmen. 0,55; $\leq 0,8$
$U_{CC} = 2 V$, $I_O = 0 mA$	jmen. 1,35; $\leq 2,0$
$U_{CC} = 5 V$, $I_O = 0 mA$	
Spotřeba napájecího proudu, I_{CCL} [mA]	jmen. 1,85; $\leq 3,0$
$U_{CC} = 2 V$, $I_O = 40 mA$	jmen. 7,00; $\leq 9,0$
$U_{CC} = 5 V$, $I_O = 40 mA$	
Zbytkové napětí výstupu, U_{OL} [mV]	jmen. 150; ≤ 300
$U_{CC} = 2 V$, $I_O = 40 mA$	
Závěrný proud výstupu, I_{OH} [μA]	≤ 30
$U_O = 10 V$	
Spínací prahová úroveň, U_I [V]	jmen. 0,66 U_{CC}
$U_{CC} = 2$ až 10 V)	0,63 U_{CC} až 0,69 U_{CC}
jinak	
Chyba linearit spínací prahové úrovně (vztaheno na $U_{CC} = 2 V$), a [%]	≤ 3
Hystereze ΔU_I (v % napájecího napětí U_{CC})	jmen. 10; 6 až 15
$U_{CC} = 2 V$	jmen. 20; ≥ 6
$U_{CC} = 5 V$	jmen. 20; ≥ 6
$U_{CC} = 10 V$	jmen. 10; ≤ 30
Vstupní proud, I_I [nA]	jmen. 13,6; 11 až 15
Zenerovo napětí na výstupu [V]	
Teplotní závislost spínací prahové úrovně [ppm/K]	jmen. 30

1) Měřeno při zvětšujícím se vstupním napětí

zátěž bez ochranné diody. Spínače se vyznačují velmi velkou vstupní impedancí, výstup se může zatěžovat velkým proudem až do 70 mA, optimálně volená hystereze zajišťuje dobrou stabilitu spínače. Obvody jsou slučitelné s logickými členy logiky TTL. K provozu spínače je zapotřebí minimální počet vnějších součástek, a co je nejdůležitější, k napájení postačí napětí již od 2 V.

Součástky se dodávají ve dvou typech miniaturních pouzder. TCA345A je v pouzdru DIP-4 s 2× dvěma vývody v rastru 2,54 mm a odstupem řad vývodů 7,6 mm, TCA345W v miniaturním pouzdru s 2× třemi páskovými vývody s odstupem 1,27 mm na dvou protilehlých stranách pouzdra, délka vývodů asi 6,5 mm. Zapojení vývodů je na obr. 86.

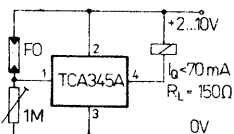
Funkce vývodů:

TCA345A: 1 – vstup I; 2 – připoj kladného napájecího napětí U_{CC} ; 3 – zemnicí bod; 4 – výstup Q.

TCA345W: 1 – vstup I; 2 – nezapojený vývod; 3 – připoj kladného napájecího napětí U_{CC} ; 4 – zemnicí bod; 5 – nezapojený vývod; 6 – výstup Q. Součástka je na pouzdru barevně značena žlutou a hnědou tečkou.

Typická provozní zapojení

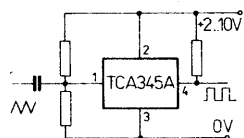
Nejjednodušší stmívací spínač s obvodem TCA345 je navržen na obr. 87. Mezi vstupem obvodu a napájecím napětím je připojen fotorezistor FO. Úroveň spínání se nastaví odporovým trimrem R_T s odporem 1 M Ω . K výstupu je připojeno relé (jako



Obr. 87. Stmívací spínač s obvodem TCA345

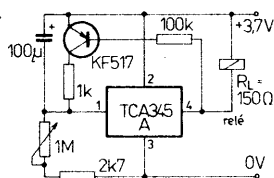
pracovní odpor), které spíná v závislosti na osvětlení fotorezistoru připojené spotřebiče.

Princip převodníku napětí pilovitého průběhu na výstupní pravouhlý signál, který pracuje se spínačem TCA345, ukazuje zapojení na obr. 88.



Obr. 88. Základní zapojení převodníku pilovitého signálu na výstupní signál s pravouhlým průběhem s obvodem TCA345

Generátorem pomalých impulsů s obvodem TCA345 v zapojení na obr. 89 je možno



Obr. 89. Generátor pomalých impulsů s obvodem TCA345

spínat připojené zátěže jako např. blikající reklamy, neonová osvětlení apod. Obvod pracuje s vnějším tranzistorem p-n-p (např. KF517) a tantalovým kondenzátorem 100 μ F, které určují kmitočet blikání. Potenciometrem P_1 se řídí vstupní úroveň klopného obvodu.

Spínače prahové úrovně B303D, B304D, B305D, B306D

Monolitické integrované obvody B303D až B306D jsou spínače prahové úrovně, které slouží k realizaci fotoelektrických, kapacitních a indukčních spínačů prahové úrovně a zabezpečovacích hradel a závor, vhodných pro racionalizaci a automatizaci různých technologických procesů, ale i jiných zapojení k ovládání přístrojů spotřební elektroniky. Cílem návrhu těchto spínacích obvodů byla především úspora diskretních součástek zvýšením stupně integrace součástek na čipu. Součástky této řady mohou s mnohými výhodami nahradit starší spínače typu A301D a A301W.

Popisované spínače mohou pracovat se samostatnými indukčními, kapacitními nebo fotoelektrickými snímači různých výrobců jako dvoubodový hlásič polohy, přiblížení a ke kontrole vymezeného prostoru. Při vstupu do kontrolovaného účinného prostoru spínač přepne číselové antivalenční výstupy obvodu na opačnou výstupní úroveň.

Obvody jsou vybaveny několika přidavnými funkcemi, které šetří vnější diskretní součástky a prostor na desce s plošnými spoji. Proto si může konstruktér vybrat nejvhodnější typ obvodu pro projektované záměry. Jednotlivé typy obvodů se od sebe odlišují některými funkcemi podle přehledu v tabulce 8.

Všechny spínače řady B303D jsou vybaveny ochranným zapojením proti tepelnému přetížení, které současně přepne oba výstupy při teplotě čipu okolo 140 °C do stavu velké impedance. Navíc oba výstupy jsou chráněny před přetížením zkratovým proudem větším než 130 mA. V normálním stavu se mohou výstupy zatěžovat proudem do 70 mA, který postačuje k vybuzení cívky připojeného relé.

Programovací vstup I_P , kterým se nastavuje hystereze spínacího odstupe, může sloužit k přepnutí obou výstupů do stavu velké impedance. Tato vlastnost dovoluje přesně stanovit začátek a konec funkce spínacího obvodu.

Spínače prahové úrovně sdružují na společném čipu následující funkční skupiny: vnitřní stabilizátor napětí, zesilovač s integračním stupněm, spínač prahové úrovně, antivalenční výstupní stupeň, hysterezní zapojení pro vyhodnocování hystereze spínacího odstupe, řízený zdroj konstantního proudu, ochranné zapojení tepelné ochrany, volnoběžné diody (nemá obvod B303D), programovací stupeň a přidavný samostatný tranzistor (nemá obvod B306D). Naproti tomu obvod B305D je vybaven možností přidavného zobrazení spínacího stavu své-

telnou diodou. Funkční skupinová zapojení popisovaných obvodů jsou na obr. 90 pro B303D, B304D, na obr. 91 pro B305D, na obr. 92 pro B306D.

Integrované obvody B303D, B304D, B305D jsou v plastovém pouzdru DIL-14 s 2× sedmi vývody, B306D ve zkráceném plastovém pouzdru DIL-8 s 2× čtyřmi vývody v rastru 2,54 mm ve dvou řadách s odstupem řad vývodů 7,5 mm.

Funkce vývodů: B303D, B304D, B305D: 1 – emitor tranzistoru T_1 E_{T1} ; 2 – kolektor tranzistoru T_1 C_{T1} ; 3 – vstup zesilovače I_1 ; 4 – výstup zesilovače O_1 ; 5 – výstup zesilovače O_2 ; 6 – výstup koncového stupně Q; 7 – vývod pro nastavení hystereze odstupe spínání H u B303D, B304D; připoj napájecího napětí U_{CC} u B305D; 8 – programovací vstup I_P ; 9 – zemnicí bod GND; 10 – výstup koncového stupně Q; 11 – připoj napájecího napětí U_{CC} u typů B303D, B304D; vývod pro připojení světelné diody LED u B305D; 12 – připoj integračního kondenzátoru C; 13 – výstup stabilizovaného napětí U_{AU} ; 14 – báze tranzistoru T_1 B_{T1} .

B306D: 1 – vstup zesilovače I_1 ; 2 – výstup zesilovače O_1 ; 3 – výstup zesilovače O_2 ; 4 – výstup koncového stupně Q; 5 – zemnicí bod GND; 6 – výstup koncového stupně Q; 7 – připoj napájecího napětí U_{CC} ; 8 – připoj integračního kondenzátoru C.

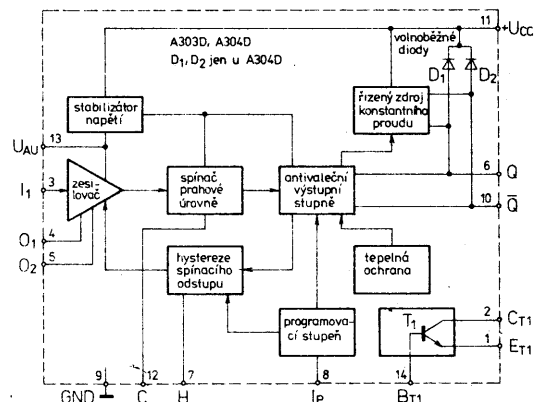
Popis funkce

Vnitřní elektrické zapojení obvodů B303D, B304D je na obr. 93, B305D na obr. 94, B306D na obr. 95. K těmto zapojením se vztahuje následující popis funkce. Vnitřní stabilizované napětí, které zajišťuje zapojení s tranzistorem T_2 až T_{11} , rezistory R_2 až R_4 , dovoluje používání spínačů s napájecím napětím od 4,75 do 30 V, popříp. od 9 do 30 V u typu B305D. Připojené funkční skupiny jsou napájeny vnitřně stabilizovaným napětím asi 3 V. Toto napětí je vyvedeno též na vývod U_{AU} (mimo B306D), odkud se může odebírat proud nejvýše 3 mA při napájení obvodu napětím do 20 V. Vývod U_{AU} se může v případě potřeby zatížit kapacitou až do 100 nF.

Konstantní proud 250 μ A, který protéká rezistorem R_3 , se dělí na tranzistorech T_2 a T_3 a vytváří na řadě diod T_6 až T_{10} konstantní napětí, které je vyvedeno tranzistorem T_5 .

Ke spuštění funkce popsané síťové části je nutný malý náběhový proud, který se vyrábí na rezistoru R_2 , připojeným mezi emitor tranzistoru T_4 a připojené báze T_2 a T_3 . Síťová část nemá proto ohmický charakter a zaručuje v celém rozsahu napájecího napětí malou, přibližně konstantní spotřebu napájecího proudu. Tranzistorem T_{11} ve spojení s rezistorem R_4 se nastavuje konstantní proud programovacího stupně a spínače prahové úrovně.

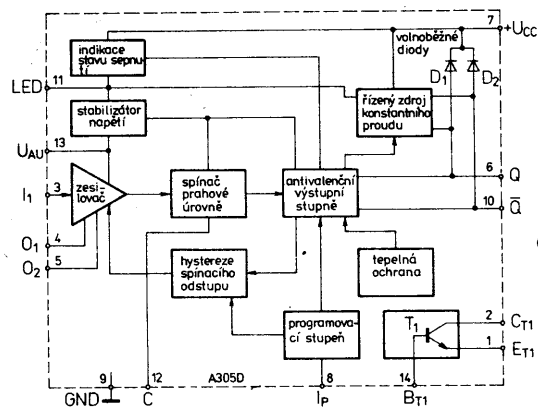
Vstupní zesilovač, vytvořený tranzistorem T_{12} až T_{14} a rezistory R_5 až R_{12} , je hlavní funkční skupinou obvodu viz obr. 96. Ve spojení s indukčním čidlem se může zesilovač používat jako oscilátor. Oscilátor pracuje



Obr. 90. Funkční skupinové zapojení spínačů prahové úrovně B303D, B304D

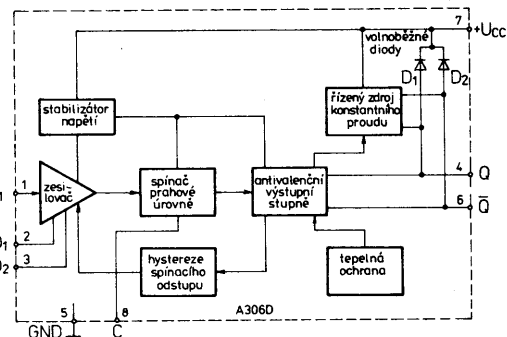
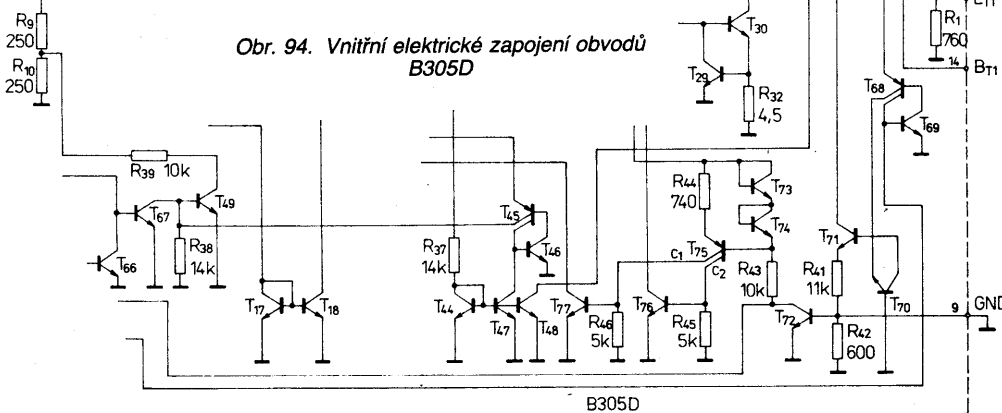
Tab. 8. Přehled funkcí spínacích obvodů prahové úrovně řady B303D

Typ	B303D	B304D	B305D	B306D
Hystereze spínacího odstupu	ano	ano	ano	ne
programovatelná	ano	ano	ne	ne
plynule nastavitelná	ne	ne	ne	ano
pevně nastavitelná	ne	ano	ano	ne
Zobrazení sepnutého stavu	ne	ne	ano	ne
Přídavný tranzistor T ₁	ano	ano	ano	ne
Volnoběžné diody	ne	ano	ano	ano

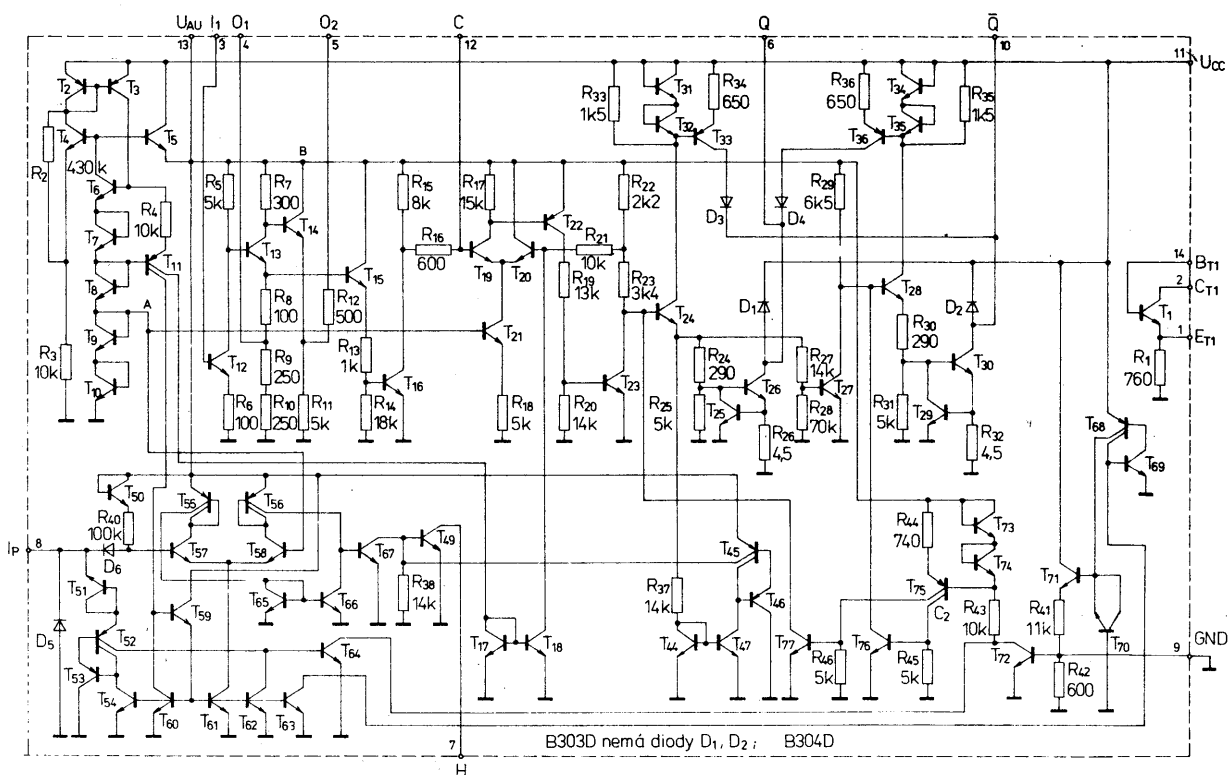


Obr. 91. Funkční skupinové zapojení spínače prahové úrovně B305D

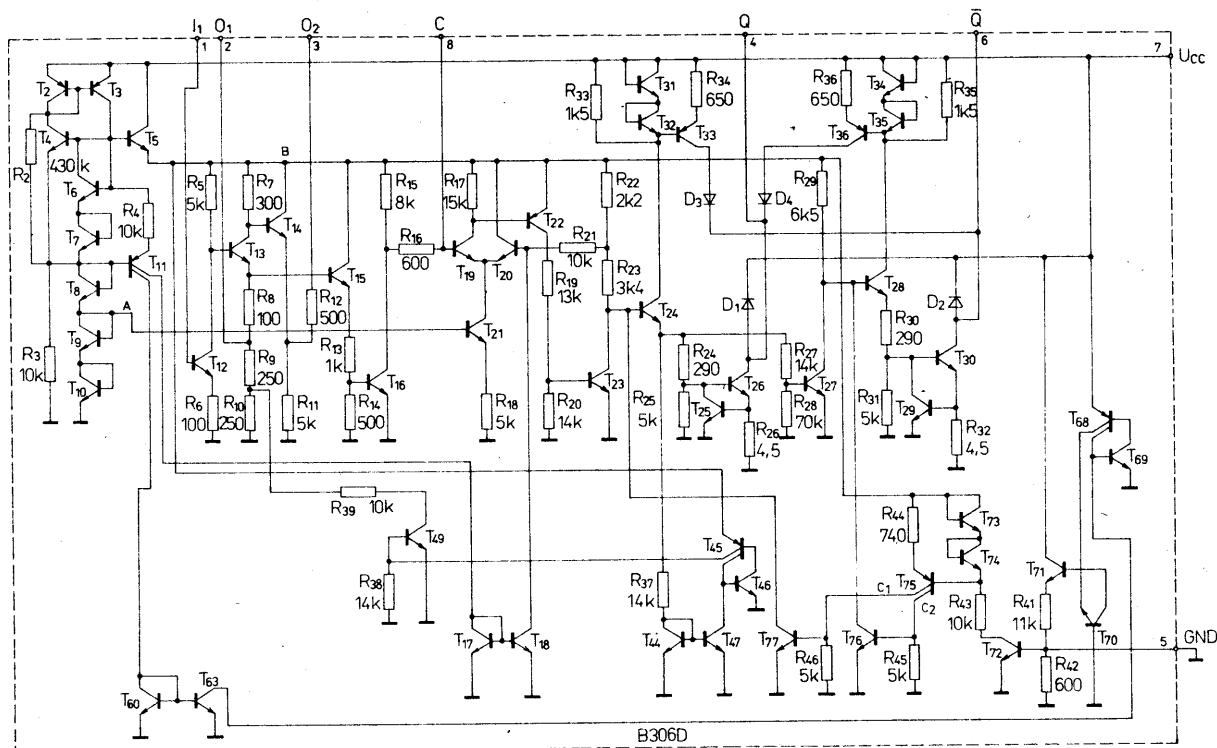
Obr. 94. Vnitřní elektrické zapojení obvodů B305D



Obr. 92. Funkční skupinové zapojení spínače prahové úrovně B306D



Obr. 93. Vnitřní elektrické zapojení obvodů B303D, B304D



Obr. 95. Vnitřní elektrické zapojení obvodů B306D

pouze se dvěma součástkami – cívkou a kondenzátorem, které vytvoří stabilní oscilátor. K různým typům čidel se mohou tyto součástky snadno přizpůsobit.

K zesilovacímu stupni s tranzistorem T_{12} je připojen obračecí fáze s tranzistorem T_{13} se dvěma zpětnými vedeními. K zajištění vazby s malou impedancí slouží oddělovací stupeň s tranzistorem T_{14} , zapojeným jako emitorový sledovač.

Zpětná vazba působí přes paralelní rezonanční obvod CrLr. Pracovní bod zesilovacího stupně se nastavuje přes cívku přímo, takže nejsou zapotřebí žádné přídavné stabilizační prvky. Uvedený způsob nastavení pracovního bodu působí rovněž stabilizujícím vlivem na pracovní bod obračecí fáze. Následující připojené integrační zapojení je proto možné přímo galvanicky připojit k předcházejícímu obračecí fáze. Pomocí vnějšího zpětnovazebního rezistoru R_M

a vnitřního sériového ochranného rezistoru R_{12} se nastavují podmínky kmitání oscilátoru. Rezistor má splňovat podmínku

$$2 \text{ k}\Omega \leq R_M \leq 12 \text{ k}\Omega.$$

V typickém zapojení se pracuje se středním odporem 8 k Ω . Přerušení kmitání oscilátoru útlumem kovovým okolím dodává na výstupu zpětné vazby příslušný signál pro integrační zapojení.

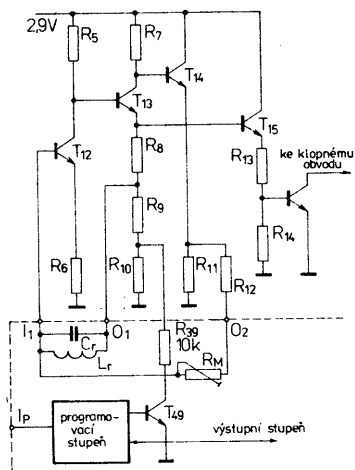
Odpor emitoru a tím zesílení prvního stupně nelze měnit zvenku. Emitorový rezistor v obračecí fáze je rozdělen do tří dílčích rezistorů proto, aby bylo mj. možno měnit hysterezi spínacího odstavu změnou zesílení. Zesílení této funkční skupiny mezi vývody I_1 a O_2 je typicky 14 dB. Programovacím zapojením, které tvoří tranzistory T_{50} až T_{67} a diody D_5 , D_6 , je možné u obvodů B303D, B304D a B305D ovlivňovat v určitých stupních zesílení. Diferenční zesilovač s tranzistorem T_{57} , T_{58} pracuje s konstantním průtokem proudu, přičemž báze tranzistoru T_{58} má pevné předpětí o velikosti $2U_{BE}$. Jestliže se vstup I_P připojí na zemní potenciál, budou tranzistory T_{58} , T_{56} , T_{67} vodivé, T_{49} bude uzavřen. Při otevřeném vstupu I_P je tranzistor T_{57} vodivý, T_{58} , T_{56} , T_{67} uzavřeny také T_{49} bude vodivý. Tím je rezistor R_{39} připojen paralelně k R_{10} a zesílení se zvětší. Velikost změny zesílení činí asi 0,2 dB. Toto řešení slouží k programování hystereze odstavu spínání v případě používání induktivních senzorů.

U integrovaných obvodů B303D, B304D je kolektor tranzistoru T_{49} vyveden na vnější vývod H. Jestliže se mezi vývod O_1 a vývod H připojí vnější rezistor, je možné plynule nastavovat zesílení a hysterezi odstavu spínání. Závislost zesílení na vnějším rezistoru R je znázorněna na obr. 97. Zesílení je možné zvětšit asi o 8 dB. Vývod H se může zatížit kapacitou nejvýše 6,8 nF.

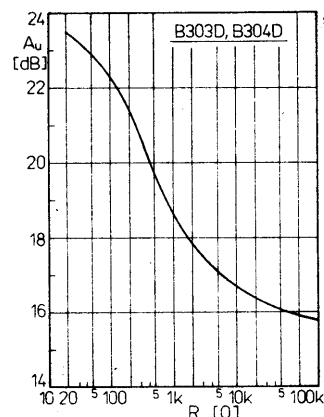
Účinek programování je závislý na tranzistoru T_{24} , tj. na výstupu Q. Je-li na výstupu Q napětová úroveň L, sepne vodivý tranzistor T_{24} proudovou banku (tvoří ji tranzistory T_{44} až T_{48} , rezistor R_{37}), která umožní řízení tranzistoru T_{49} vstupem I_P . Je-li na výstupu úroveň H, je tranzistor T_{49} uzavřen ať je jakákoliv napětová úroveň na vstupu I_P .

Připojíme-li na vstup I_P napětí od 10 do 30 V, připojené sériové zapojení se Zenerovou diodou T_{54} a proudové zrcadlo T_{52} otevře tranzistor T_{54} a sepne přes nasycený tranzistor T_{64} oba výstupy stavu velké impedance. Tím se může kdykoliv přesně určit začátek a konec pracovního stavu spínače. Před zápornými napětovými špičkami je třístavový programovací vstup I_P chráněn zachytnou diodou.

V integračním zapojení, které tvoří tranzistory T_{15} , T_{16} , rezistory R_{13} až R_{16} , pracuje tranzistor T_{15} . Podstatně velký vstupní odpor nezatěžuje oscilační napětí a neprojevují se žádné skoky při spínání. Kondenzátor připojený k vývodu C integruje napětí příslušnou časovou konstantou. Kondenzátor se při uzavřeném tranzistoru T_{16} nabije přes rezistory R_{15} a R_{16} . Špičky kladné půlvlny oscilačního napětí nasatí tranzistor T_{16} a integrační kondenzátor se „přebije“ přes rezistor R_{16} . Kmitání, popř. klidový stav oscilátoru vysílá na výstup integračního zapojení dvě definované napětové úrovně, které vyhodnocuje následující spínač prahové úrovně a vyrobí řídicí signál pro antivalenční koncový stupeň.



Obr. 96. Elektrické zapojení zesilovače, programovacího a integračního stupně obvodů řady B303D



Obr. 97. Závislost zesílení zesilovacího stupně obvodů řady B303D a B304D na odporu rezistoru R , připojeného mezi vývody O_1 a H

Klopný obvod, složený z tranzistorů T_{17} až T_{23} a rezistorů R_{17} až R_{23} , je stejně navržen jako v již popsaném spínacím obvodu A301D. Tranzistory T_{19} a T_{20} tvoří diferenční zesilovač, který je hlavní částí klopného obvodu. Dolní bod překlápění je na úrovni asi 1,7 V, horní bod asi na 2,7 V, proto hystereze činí 1 V. Při dosažení horního bodu překlápění jsou tranzistory T_{22} a T_{23} v nasyceném stavu a přes rezistorový dělič R_{22} , R_{23} dostává báze tranzistoru T_{20} diferenčního zesilovače napětí 1,7 V. Tranzistory T_{22} a T_{23} se znovu uzavřou až když napětí na vývodu C dosáhne dolního bodu překlápění.

Ke zvětšení spolehlivosti spínání je zapojen mezi bázi a emitor tranzistoru T_{22} rezistor. Aby bylo možné připojit k vývodu C i elektrolytické kondenzátory, které mají zbytkový proud maximálně 20 μ A, byl zmenšen potenciál báze T_{20} vůči T_{19} pomocí konstantního průtoku proudem tranzistorem T_{18} asi o 120 mV.

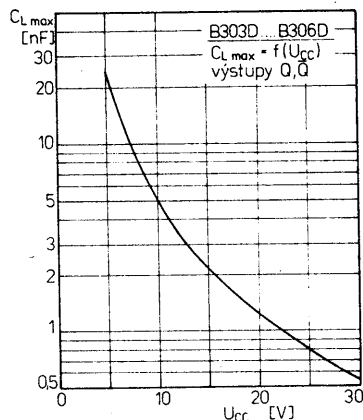
V kmitajícím stavu oscilátoru je na vnitřním výstupu klopného obvodu (kolektor T_{23}) potenciál v úrovni H, naopak v utlumeném stavu oscilátoru je na výstupu potenciál země. Možnost samostatného využití klopného obvodu a antivalenčního výstupního stupně umožňuje mnoho dalších netypických aplikací.

Antivalenční výstupní stupeň s tranzistorem T_{24} až T_{30} , rezistory R_{24} až R_{32} a diodami D_1 , D_2 , se vyznačuje kvaziotěvřenými výstupy Q a \bar{Q} , které se mohou v úrovni L zatěžovat (odebírat výstupní proud) maximálně 70 mA. V úrovni H je zbytkový proud výstupů maximálně 20 μ A.

Výstupy jsou opatřeny ochranou proti zkratu, která začíná pracovat při zatěžovacím proudem 130 mA. Tato ochrana chrání obvod s ohledem na přípustný ztrátový výkon. Strmost hran výstupních impulsů dovoluje řízení logických členů logiky TTL, DTL a MOS. Ochrana proti napěťovým špičkám při indukční zátěži tvoří integrované volnoběžné diody, připojené mezi výstup a napájecí napětí. Diody jsou navrženy pro maximální proud v úrovni L. Výstupní stejnosměrné napětí proto nesmí převýšit napájecí napětí (netýká se to obvodu A303D, který nemá integrované volnoběžné diody). Rezistory R_{26} , popř. R_{32} , potřebné pro omezení zkratového proudu při malých proudtech ve stavu L, podmiňují větší proud báze tranzistorů koncového stupně a tím větší činitel přebuzení.

Antivalence výstupů je provedena negátorem s tranzistorem T_{27} . Kolektory T_{24} a T_{28} řídí oba zdroje konstantního proudu (tranzistory T_{21} až T_{36} , rezistory R_{33} až R_{36} , diody D_3 , D_4), které vedou vždy na jiný výstup. Zapojení jsou jen tehdy, když příslušný výstup má potenciál s úrovní H. V tomto případě je možné odebírat z výstupu konstantní proud asi 1 mA, kterým se může řídit např. vstup jiných připojených integrovaných obvodů. Výstup Q řídí zapojení hystereze odstavu spínání, u obvodu A305D též zobrazovač stavu sepnutí. Zapojení hystereze spínání začne pracovat, jakmile je výstup Q v úrovni L. V tomto okamžiku je zobrazovač spínacího stavu odpojen.

Přivedeným signálem s napětím 10 až 30 V na vstup I_p se mohou oba výstupy uvést do stavu velké impedance. Zdroje konstantního proudu jsou v tomto případě odpojeny. Výstupní stupně Q a \bar{Q} je možné zatěžovat kapacitou podle zatěžovací charakteristiky na obr. 98. Největší dovolená kapacita je však 20 nF. Při napájecím napětí 30 V se doporučuje kapacita kondenzátoru 560 pF, která platí při maximálním výstupním proudu I_{OL} do 50 mA. V důsledku omezení zkratového proudu limitem 130 mA se mohou připojit k výstupům kondenzátory i s vyšší kapacitou, aniž by se integrovaný obvod poškodil.



Obr. 98. Maximální dovolená zatěžovací kapacita výstupů Q a \bar{Q} obvodů řady B303D v závislosti na napájecím napětí

Integrovaný obvod B305D je vybaven jako jediný z popisované řady spínačů zobrazovačem spínacího stavu. Používá se k tomu dioda LED, připojená přímo mezi napájecí napětí a vývod označený LED. Dioda svítí, jestliže na výstupu Q je napěťová úroveň H. Ve stavu úrovně H a ve „vysokoohmovém“ stavu výstupu Q je tranzistor T_{38} uzavřen a světelná dioda signalizuje svitem tento stav. Je-li na výstupu Q potenciál s úrovní L, jsou tranzistory T_{37} a T_{38} vodivé a připojenou vnější světelnou diodu zkratují. Anoda světelné diody se připojuje k přívodu napájecího napětí. Při výpadku světelné diody dostává integrovaný obvod přes diodovou cestu T_{39} až T_{43} napájecí proud, takže se zvýší dovolené zatížení systému.

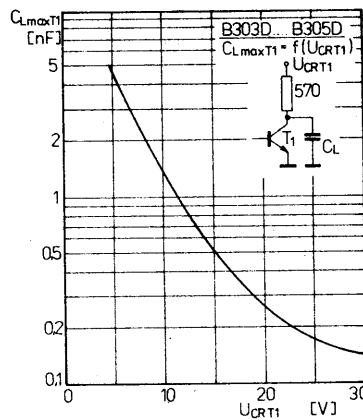
Další zvláštnost zobrazovače spínacího stavu spočívá v tom, že k provozu světelné diody není zapotřebí přídavný napájecí proud. Dioda je zapojena sériově s integrovaným obvodem a je napájena konstantním proudem. Z tohoto důvodu je předepsáno minimální napájecí napětí obvodu B305D na 9 V.

U integrovaných obvodů B303D, B304D a B306D odpadají tranzistory T_{37} až T_{43} , T_{48} , používané pro nastavení hystereze odstavu spínání (vývod H). Ochranné zapojení proti tepelnému přetížení tvoří tranzistory T_{68} až T_{78} a rezistory R_{41} až R_{46} , které při teplotě čipu asi 140 °C sepnou oba výstupy Q a \bar{Q} do vysokoohmového stavu.

Výstupy, zkratované vůči napájecímu napětí, jsou chráněny dvojím způsobem proti zničení, a to omezením zkratového proudu a tepelnou ochranou proti přetížení. Jako teplotní čidlo slouží tranzistory T_{72} a T_{73} bezprostředně umístěné k nejteplejším součástkám na čipu, k tranzistorům v koncovém stupni. Tento známý způsob ochrany zaručuje malou tepelnou časovou konstantu a tím vysokou odolnost proti zničení integrovaného obvodu.

Při dosažení kritické teploty jsou tranzistory tepelného čidla T_{72} , T_{73} vodivé a sepnou zdroj konstantního proudu T_{76} , tranzistory T_{77} a T_{78} jsou v nasyceném stavu a spojují báze T_{24} a T_{28} se zemí. Zenerova dioda T_{70} (má napětí asi 7 V) vyrábí přes tranzistor T_{71} a napěťový dělič R_{41} , R_{42} poměrně konstantní napětí pro báze obou tranzistorů teplotního čidla T_{72} , T_{73} . Tepelná ochrana začíná pracovat u obvodů B303D, B304D a B306D teprve při napětí větším než 7,5 V.

Integrované obvody B303D, B304D a B305D sdružují na čipu samostatný tranzistor T_1 a emitorový rezistor R_1 s odporem 760 Ω , který se může vývodem E_{T1} zkratovat. Tranzistor T_1 se může zatěžovat maximálním přípustným ztrátovým výkonem 300 mW při napájecím napětí 4,75 V, jeho max. závěrné napětí je 30 V. Maximální kolektorový proud je 70 mA. Ztrátový výkon rezistoru R_1 nesmí překročit 35 mW. Kolektor tohoto



Obr. 99. Maximální dovolená zatěžovací kapacita kolektoru tranzistoru T_1 obvodů B303D, B304D, B305D v závislosti na napětí kolektor-báze

tranzistoru se může kapacitně zatěžovat kondenzátorem max. 5 nF. Závislost maximální zatěžovací kapacity kolektoru tranzistoru T_1 na napětí kolektoru proti emitoru je uvedeno na obr. 99.

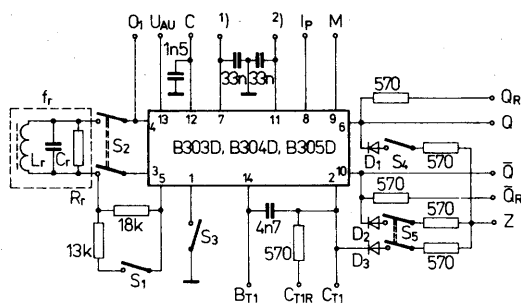
Úplné elektrické údaje spínačů prahové úrovně řady B303D jsou v tabulce 9. Integrované obvody B303D, B304D a B305D jsou měřeny v zapojení podle obr. 100. Poznámka 1) u vývodu č. 7 znamená, že se tento vývod u obvodů B303D a B304D používá k nastavení hystereze spínání, u obvodu B305D se na něj připojuje napájecí napětí U_{CC} . Poznámka 2) u vývodu 11 znamená, že se na tento vývod u B303D a B304D připojuje napájecí napětí, u B305D slouží vývod k připojení světelné diody pro indikaci stavu spínání. Použité diody D_1 až D_3 jsou rychlé křemíkové diody pro indikaci stavu spínání. Použité diody D_1 až D_3 jsou rychlé křemíkové diody, např. KA206, KA207, SAY17, 1N4148 apod.

N obr. 101 je uvedeno měřicí zapojení obvodu B306D. Laděný obvod na vstupu má rezonanční kmitočet 100 kHz, který se doporučuje dodržet s přesností $\pm 5\%$. K laděnému obvodu paralelně připojený rezistor má odpor 20 k Ω . Všechny použité rezistory mají toleranci odporu $\pm 1\%$, kondenzátory $\pm 20\%$. Diody D_1 , D_2 jsou rychlé křemíkové diody, např. KA206, KA207 jako v předchozím zapojení. Oba měřicí obvody mohou posloužit jako předloha pro návrh praktických zapojení.

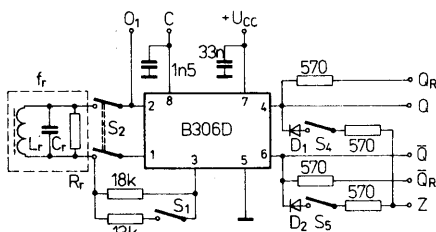
Charakteristické údaje blíže doplňují grafické závislosti na obr. 102 a 115. Na obr. 102 je uvedena závislost spotřeby napájecího proudu obvodu B303D v závislosti na použitém napájecím napětí při jmenovité a obou mezních dovolených teplotách. Z průběhu je patrné, že se zvětšujícím se napájecím napětím zvětšuje napájecí proud jen pozvolna. Důležitá je závislost na obr. 103, která udává nárůst výstupního napětí při zvětšujícím se výstupním proudu v nízké úrovni. Při mezních teplotách se výstupní napětí odlišuje od středního průběhu velmi nepatrně.

Na obr. 104 je znázorněna závislost stabilizovaného napětí na vývodu U_{AU} při různých velkém napájecím napětí obvodů B303D až B305D a to při proudovém zatížení výstupu od 0 do 3 mA. Tuto závislost dále doplňuje obr. 105 s teplotní závislostí stabilizovaného napětí na vývodu U_{AU} v celém rozsahu dovolených teplot.

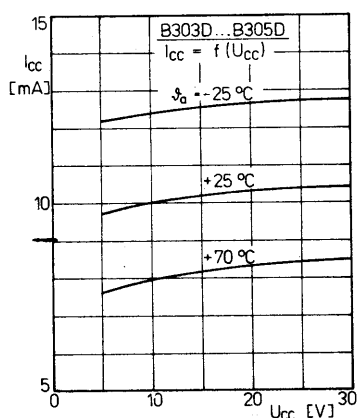
Průběh proudového zesilovacího činitele tranzistoru T_1 u obvodů B303D až B305D



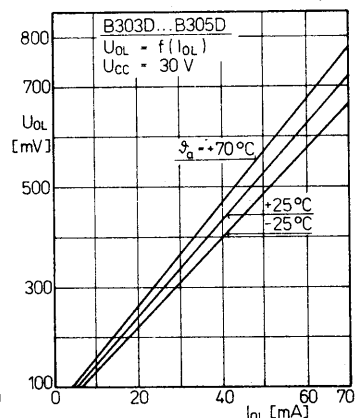
Obr. 100. Měřicí zapojení obvodů B303D, B304D, B305D



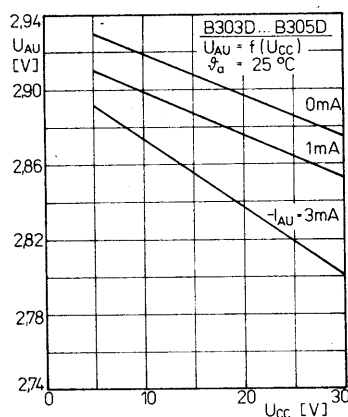
Obr. 101. Měřicí zapojení obvodu B306D



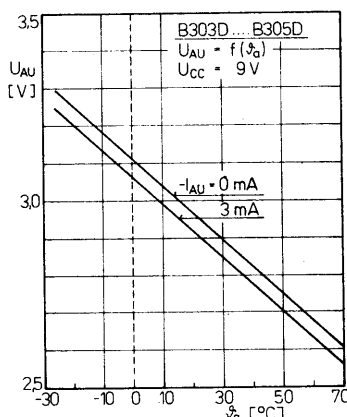
Obr. 102. Spotřeba napájecího proudu obvodu B303D v závislosti na napájecím napětí



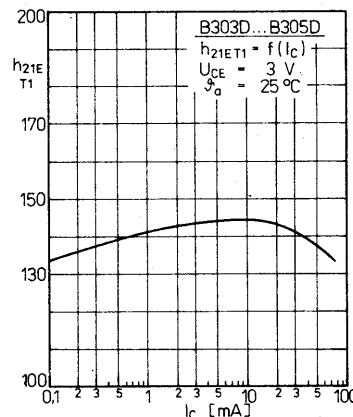
Obr. 103. Výstupní napětí v úrovni L obvodu B303D v závislosti na výstupním proudu v úrovni L



Obr. 104. Vnitřní stabilizované napětí na vývodu U_{AU} na napájecím napětí obvodů B303D až B305D při zatěžovacích proudech 0,1 a 3 mA



Obr. 105. Vnitřní stabilizované napětí na vývodu U_{AU} na teplotě okolí v provozu obvodů B303D až B305D

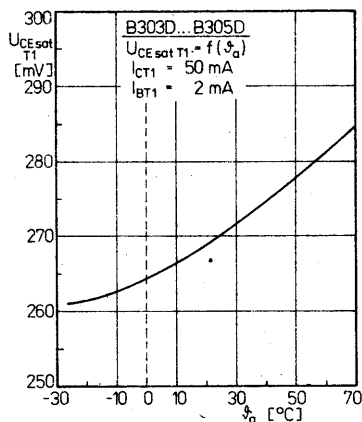


Obr. 106. Průběh proudového zesílení jednotlivého tranzistoru T₁ v závislosti na proudu kolektoru při malém napětí kolektor-emitor 3 V

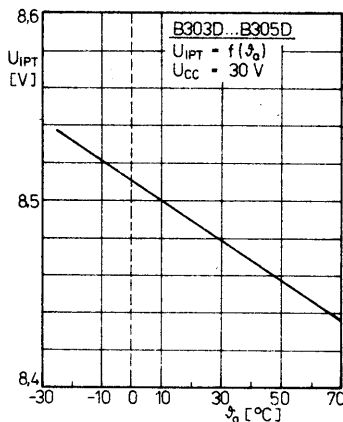
Tab. 9. Elektrické údaje spínačů prahové úrovně B303D, B304D, B305D, B306D

Mezní údaje		
Napájecí napětí B303D, B304D, B306D B305D	$U_{CC} = 4,75 \text{ až } 30$	V
	$U_{CC} = 9,0 \text{ až } 30$	V
Výstupní napětí – úroveň H B303D B304D, B305D, B306D	$U_{OH} = 0 \text{ až } 30$	V
	$U_{OH} = 0 \text{ až } U_{CC}$	V
Výstupní proud – úroveň L	$I_{OL} = 0 \text{ až } 70$	mA
Napětí na programovacím vstupu I _p B303D, B304D, B305D	$U_{IP} = 0 \text{ až } 30$	V
Proudové zatížení stabilizovaného napětí ¹⁾ B303D, B304D, B305D ¹⁾	$-I_{AU} = 0 \text{ až } 3$	mA
Napětí kolektor-emitor tranzistoru T ₁ B303D, B304D, B305D	$U_{CET1} = 0 \text{ až } 30$	V
Proud báze tranzistoru T ₁ B303D, B304D, B305D	$I_{BT1} = 0 \text{ až } 5$	mA
Ztrátový výkon tranzistoru T ₁ ²⁾ B303D, B304D, B305D	$P_{T1} \leq 300$	mW
Ztrátový výkon celkový $\theta_a = 25^\circ\text{C}$	$P_{tot} \leq 700$	mW
Rozsah provozní teploty okolí $\theta_a = -25 \text{ až } +70$	$\theta_i \leq 150$	°C
Teplota přechodu		°C
Charakteristické údaje		
Platí pro B303D, B304D, B306D při $U_{CC} = 4,75 \text{ až } 30 \text{ V}$, B305D při $U_{CC} = 9 \text{ až } 30 \text{ V}$, měřeno v zapojení na obr. 101, $\theta_a = 25^\circ\text{C} - 5 \text{ K}$, není-li uvedeno jinak.		
Spotřeba napájecího proudu $U_{CC} = 30 \text{ V}$, S ₁ , S ₂ sepnut, S ₃ , S ₄ , S ₅ otevřen	$I_{CC} \leq 15$	mA
Výstupní napětí na výstupech Q a \bar{Q} $U_{CC} = 30 \text{ V}$, napětí na Q _R , $\bar{Q}_R = 30 \text{ V}$, úroveň L, S ₂ sepnut, S ₃ , S ₄ , S ₅ otevřen, S ₁ sepnut nebo otevřen	$U_{OL} \leq 1,15$	V
Výstupní proud výstupů Q a \bar{Q} $U_{CC} = 30 \text{ V}$, napětí na Q _R , $\bar{Q}_R, Z = 30 \text{ V}$, úroveň H, S ₂ sepnut, S ₃ otevřen, S ₄ , S ₅ sepnut jen na měřený výstup, S ₁ sepnut – otevřen, popř. otevřen – sepnut	$I_{OH} \leq 20$	μA
Konstantní proud výstupů Q, \bar{Q} úroveň H, S ₂ sepnut, S ₃ , S ₄ , S ₅ otevřen, S ₁ otevřen nebo sepnut	$-I_{OK} = 0,3 \text{ až } 1,5$	mA
Výstupní proud vývodu I _p $U_{CC} = 30 \text{ V}$, $U_{IP} = 0 \text{ V}$, S ₁ až S ₅ otevřen, úroveň L, B303D, B304D, B305D	$-I_{IP} \leq 100$	μA
Vstupní proud vývodu I _p $U_{CC} = 30 \text{ V}$, $U_{IP} = 30 \text{ V}$, S ₁ až S ₅ otevřen, úroveň H, B303D, B304D, B305D	$I_{IP} \leq 500$	μA
Saturační napětí kolektor-emitor tranzistoru T ₁ $I_{BT1} = 2 \text{ mA}$, $U_{CET1} = 30 \text{ V}$, S ₃ sepnut, S ₁ , S ₂ , S ₄ , S ₅ otevřen	$U_{CE \text{ sat } T1} \leq 400$	mV

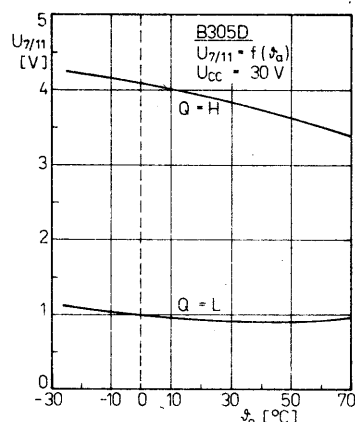
- 1) Proudové zatížení stabilizovaného napětí závisí na velikosti napájecího napětí.
- 2) Ztrátový výkon tranzistoru T₁ je závislý na napájecím napětí.



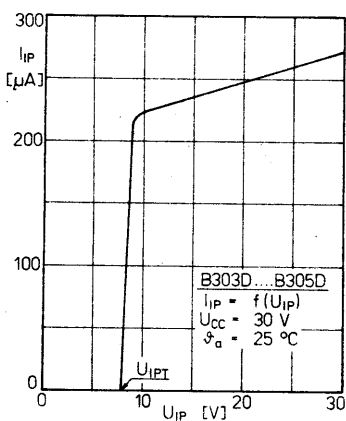
Obr. 107. Závislost průběhu saturačního napětí kolektor-emitor jednotlivého tranzistoru T_1 na teplotě okolí



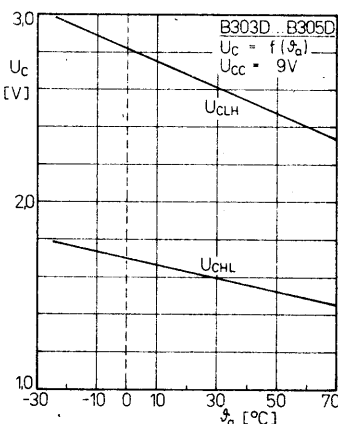
Obr. 110. Závislost působení napětí na programovacím vstupu obvodů B303D až B305D na teplotě okolí



Obr. 113. Napětí mezi vývodem LED a napájecím napětím v úrovni H a L v závislosti na teplotě okolí obvodu B305D



Obr. 108. Průběh vstupního proudu v úrovni H programovacího vstupu obvodu B303D až B305D v závislosti na napětí přivedeném na programovací vstup



Obr. 111. Napětí spouštěcích bodů na vývodu C v úrovni H a L v závislosti na teplotě okolí obvodů B303D až B305D

mezi vývodem LED pro připojení světelné diody (vývod 11) a vývodem 7 pro připojení napájecího napětí a to v nízké a vysoké úrovni v závislosti na teplotě, znázorněna na obr. 113.

Obr. 114 definuje dovolený rozsah ztrátového výkonu samostatného tranzistoru T_1 u obvodů B303D až B305D v závislosti na napájecím napětí, na obr. 115 je graficky znázorněno dovolené proudové zatížení stabilizovaného napětí na vývodu U_{AU} v závislosti na napájecím napětí.

Provozní doporučení

Přívod napájecího napětí se musí blokovat kondenzátorem s kapacitou od 10 do 100 nF co nejtěsněji k integrovanému obvodu.

Vnitřní stabilizované napětí (asi 2,9 V) na vývodu 13 se může zatěžovat proudem nejvýše 3 mA a to do napájecího napětí 20 V. Při vyšším napájecím napětí se musí zatěžovací proud lineárně snížit podle obr. 115.

Výstupy integrovaných obvodů B304D až B306D jsou chráněny vnitřními volnoběžnými diodami proti působení indukčních napětíových špiček. Výstupní stupeň těchto

v závislosti na proudu kolektoru znázorňuje obr. 106, průběh saturačního napětí kolektor-emitor v závislosti na teplotě v celém dovoleném rozsahu obr. 107.

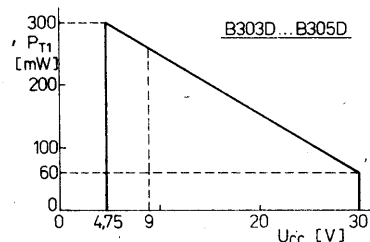
Další důležitou vlastností obvodů B303D až B305D je vstupní proud programovacího vstupu I_P (vývod 8). Průběh vstupního proudu v úrovni H v závislosti na přivedeném vstupním napětí na programovací vstup je uveden na obr. 108 při napájecím napětí 30 V, průběh vstupního proudu v úrovni L je znázorněn na obr. 109.

Nejdůležitější teplotní závislost prahové úrovně na vývodu C obvodů B303D až

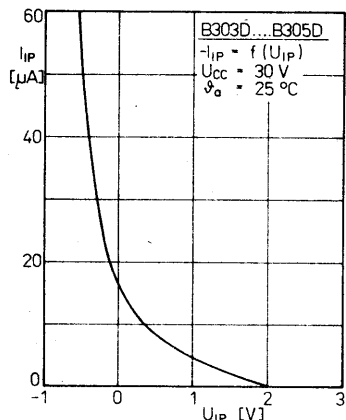
B305D na obr. 110 platí v celém rozsahu dovolených teplot při napájecím napětí 30 V. Na obr. 111 je znázorněn průběh spínacích bodů prahové úrovně v úrovni H a L na vývodu C v závislosti na teplotě okolí v provozu při napájecím napětí 9 V.

Nakolik se mění maximální proudové zatížení vývodu C u všech typů spínacích obvodů B303D až B306D na teplotě okolí v provozu ukazuje obr. 112. Při vyšších teplotách se musí počítat s klesajícím zatěžovacím proudem.

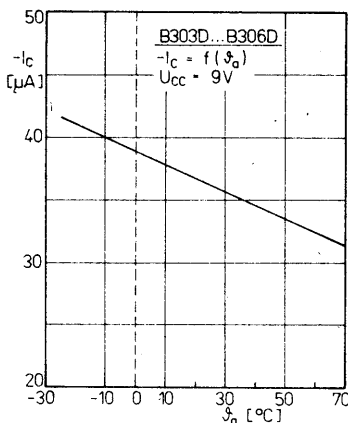
Elektrické vlastnosti obvodu B305D doplňuje grafická závislost průběhu napětí



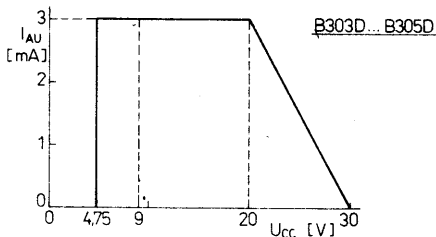
Obr. 114. Oblast dovoleného ztrátového výkonu tranzistoru T_1 obvodů B303D až B305D v závislosti na napájecím napětí



Obr. 109. Průběh vstupního proudu v úrovni L programovacího vstupu obvodů B303D až B305D v závislosti na malém napětí přivedeném na programovací vstup



Obr. 112. Maximální proudové zatížení vývodu C v závislosti na teplotě obvodů B303D až B306D



Obr. 115. Oblast dovoleného proudového zatížení stabilizovaného napětí v závislosti na napájecím napětí obvodů B303D až B305D

obvodů se proto nemůže napájet vyšším napětím než je napájecí napětí. Pro obvod B303D toto omezení neplatí, neboť nemá integrovanou volnoběžnou diodu.

Maximální zatěžovací proud výstupů je u všech typů obvodů 70 mA. Výstupy jsou opatřeny proudovým omezením při zkratu výstupu, které začíná působit při zkratovém proudu asi 130 mA.

Všechny čtyři spínací obvody jsou vybaveny tepelnou ochranou, která začíná působit při dosažení teploty čipu 150 °C tak, že na obou výstupech se projeví napěťová úroveň H.

Jestliže je na jednom výstupu napěťová úroveň H, může se z tohoto výstupu odebrat konstantní proud okolo 1 mA.

Vhodným zapojením programovacího vstupu je možné měnit zesílení předzesilovače. Je-li vstup I_P nezapojen, zesílení předzesilovače je velké, je-li vstup I_P připojen na zemní potenciál, je zesílení malé.

Použije-li se na vstupu spínačů indukční čidlo, provádí se programování na vývodu 8 takto: Je-li vstup I_P spojen se zemí, je malá hystereze spínání, je-li vstup I_P nezapojen, je hystereze spínání velká.

Jestliže se připojí na vstup I_P napětí od 10 do 30 V, bude na obou výstupech napěťová úroveň H.

U integrovaných obvodů B303D a B304D se může zesílení nastavovat plynule a to rezistorem s odporem mezi 200 Ω a 200 k Ω mezi vývody 4 a 7. Přepínáním odporů se může zesílení programovat, použitím kvalitního potenciometru plynule nastavovat.

K vývodu C se může připojit jako integrační kapacita též elektrolytický kondenzátor, ten ovšem nesmí mít zbytkový proud větší než 20 μ A.

Mezi vývody 7 a 11 u obvodu B305D se může připojit jakákoliv světelná dioda, která se rozsvítí, jakmile je na výstupu Q potenciál s úrovní H.

Všechny spínací obvody se mohou zatěžovat kapacitně. Připojený kondenzátor na jednotlivých dále jmenovaných vývodech má mít kapacitu dále uvedenou:

Vnitřní stabilizované napětí $U_{AU} = 100$ nF, výstup Q, popř. \bar{Q} při napájecím napětí 30 V kapacitu 560 pF, při napětí 4,75 V kapacitu 22 nF.

Vývod pro nastavení hystereze spínání (H) kapacitu 6,8 nF.

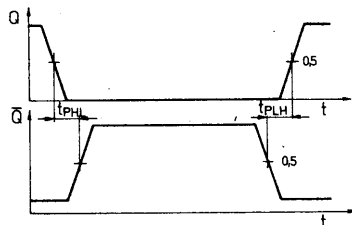
Jestliže se využije samostatný tranzistor T_1 , musí se vývod 9 vždy spojit se zemí. Předzesilovač a spouštěcí obvod se mohou používat samostatně, neboť jsou na sobě nezávislé, což dovoluje využití obvodů pro nejrůznější zapojení.

Spínací časy

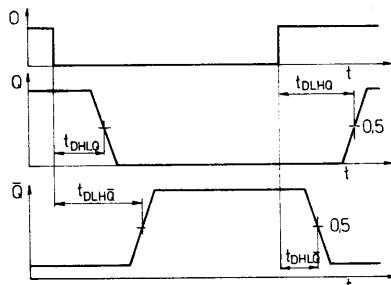
Klopný obvod všech spínacích obvodů řady B303D se může využít odděleně od ostatních funkčních skupin, integrovaných na čipu. K využití klopného obvodu ve spojení s výstupními stupni je potřebná informace o spínacích časech tohoto stupně. Základní definice spínacích časů mezi výstupy Q a \bar{Q} a definice doby zpoždění klopného obvodu jsou znázorněny na obr. 116 a 117. Uvedené průběhy platí za podmínky měření v zapojení podle obr. 118.

Spínací doby obvodů závisí především na použité vnější zatěžovací kapacitě výstupu. Pro doby přechodu z vysoké úrovně do nízké a z nízké do vysoké je znázorněna závislost spínací doby na použité zatěžovací kapacitě na obr. 119 a 120. Z doby zpoždění můžeme vypočítat maximální kmitočet překlápění klopného obvodu podle vztahu

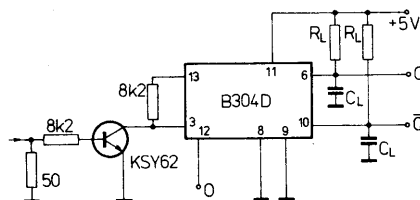
$$f_{\max} = \frac{1}{t_{DLH\bar{Q}} + t_{DHL\bar{Q}}}, \text{ popř.}$$



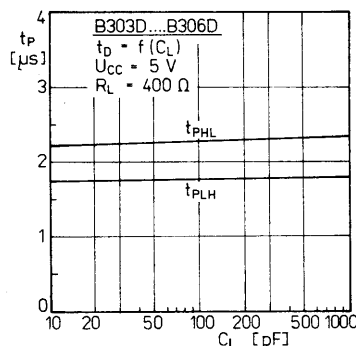
Obr. 116. Definice přepínacích časů mezi výstupy Q a \bar{Q} spínacích obvodů řady B303D



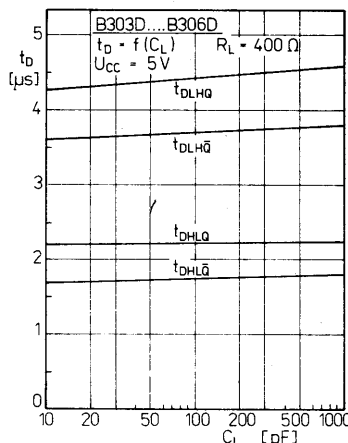
Obr. 117. Definice doby zpoždění průchodu signálu spínacími obvody řady B303D



Obr. 118. Měřicí zapojení pro měření spínacích časů obvodů řady B303D



Obr. 119. Závislost doby přepínání výstupů Q a \bar{Q} na zatěžovací kapacitě výstupů C_L obvodů řady B303D

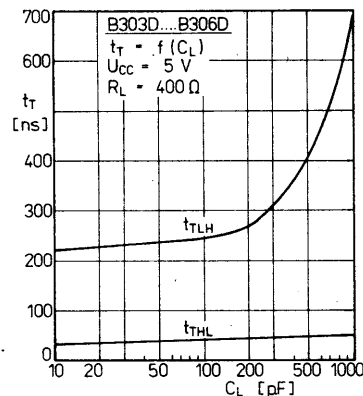


Obr. 120. Závislost doby zpoždění průchodu signálu obvodu řady B303D na zatěžovací kapacitě výstupů C_L

$$f_{\max} = \frac{1}{t_{DLH\bar{Q}} + t_{DHL\bar{Q}}}$$

Při střední zatěžovací kapacitě 15 pF zjistíme maximální kmitočet přepínání klopného obvodu mezi výstupem Q a \bar{Q} a vývodem C asi 160 kHz.

K zajištění slučitelnosti prahových spínačů řady B303D s logikou TTL musí být doba náběhu a poklesu impulsů maximálně 1 μ s. K tomuto účelu můžeme využít grafickou závislost na obr. 121, kde je vyjádřena doba



Obr. 121. Doba náběhu a doba poklesu výstupního signálu spínacích obvodů řady B303D v závislosti na zatěžovací kapacitě výstupů C_L

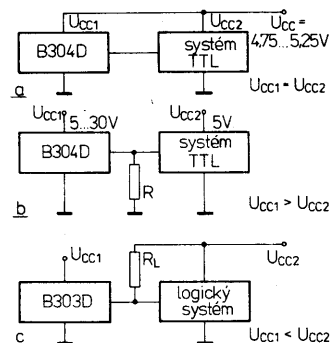
náběhu a poklesu v závislosti na zatěžovací kapacitě všech obvodů řady B303D, která platí v již uvedených měřicích podmínkách.

Slučitelnost se systémy TTL

Příznivá doba náběhu a doba poklesu výstupních impulsů spínacích obvodů prahové úrovně B303D řady dovoluje řídit připojené obvody logiky TTL, DTL a CMOS. Výstupy integrovaných obvodů se mohou ošetřit podobně jako otevřené kolektorové výstupy, takže je možné přímé řízení systémů TTL.

Ve srovnání se spínacím obvodem prahové úrovně A301D mají stejné velké napájecí napětí jako připojený řízený systém TTL, se mohou výstupy připojit přímo ke vstupům systému TTL podle zapojení na obr. 122a. Potřebný vstupní proud v úrovni H pro obvody TTL dodává proudový zdroj, který je součástí výstupů, proto nejsou potřebné žádné další přídavné součástky.

Jestliže je napájecí napětí spínacího obvodu prahové úrovně vyšší než napětí sy-



Obr. 122. Slučitelnost spínacích obvodů prahové úrovně řady B303D s logickými systémy TTL; a – zapojení obou systémů pracujících se stejným velkým napájecím napětím; b – zapojení obou systémů, je-li napájecí napětí B304D větší než systému TTL; c – zapojení obou systémů, je-li napájecí napětí obvodu B303D menší než systému TTL

stému TTL, musí se připojit mezi výstup spínacího obvodu a zemní potenciál rezistor R podle obr. 122b. Rezistor slouží k pevnému nastavení výstupního napětí v úrovni H na max. 5,5 V, tj. na maximální vstupní napětí logických členů TTL. Tato úprava výstupu je nutná proto, že výstupní napětí v úrovni H spínacího obvodu bez přídavného odporu je asi $3U_{BE}$ menší než napájecího napětí a to by bylo příčinou možného zničení součástky TTL.

Odpor rezistoru R se musí volit tak, aby při daném konstantním proudu vzniklo pro systém TTL maximální vstupní napětí 5,5 V. Odpor má však být jen tak velký, aby vzniklo napětí nejméně 2,4 V. Doporučuje se proto použít následující vztah pro výpočet odporu rezistoru R

$$\frac{2,4 \text{ V}}{I_{OK}} \leq R \leq \frac{5,5 \text{ V}}{I_{OK}}$$

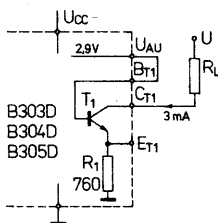
kde I_{OK} je konstantní proud, který se snadno určí miliampérmetrem, připojeným mezi výstup v úrovni H a zemní potenciál.

Logické členy DTL a CMOS se mohou přizpůsobit bez problémů podobným způsobem.

Přizpůsobení spínacích obvodů řady B304D až B306D k systémům, které pracují s větším napájecím napětím než spínací obvody, není zásadně možné, neboť tyto obvody mají integrovanou volnoběžnou diodu na čipu. Napětí výstupního stupně u těchto součástek nesmí být větší než napájecí napětí. Pro tyto kombinace je vhodný pouze spínací obvod B303D, který není vybaven volnoběžnou diodou. Pracovní zapojení se může navrhovat podobně jako s obvodem A301D podle obr. 122c.

Zdroj konstantního proudu

Spínací obvody B303D až B305D mají na čipu integrovan samostatný tranzistor, který může využít ve spojení s vnitřním stabilizovaným zdrojem napětí ke konstrukci jednoduchého zdroje konstantního proudu. Praktické zapojení této úpravy je navrženo na obr. 123. K vytvoření tohoto zdroje se musí

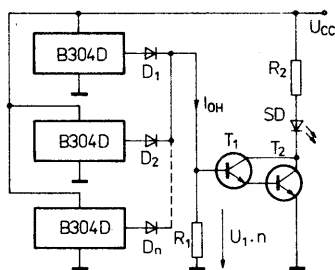


Obr. 123. Zapojení zdroje konstantního proudu s využitím samostatného tranzistoru T_1 , který je integrován na čipu spínacích obvodů B303D až B305D

spojit vývod U_{AU} s vývodem báze B_{T1} . Na vývodu kolektoru C_{T1} se vytvoří zdroj konstantního proudu asi 3 mA, který se může využít např. jako kapacitní čidlo. Ke stabilizaci napětí zdroje konstantního proudu se doporučuje použít vhodná Zenerova dioda.

Slučování výstupů spínacích obvodů

Konstrukce výstupních stupňů obvodů řady B303D nabízí nové možnosti slučování výstupních signálů ve srovnání s jinými podobnými obvody. Dokladuje to příklad na obr. 124, kde uvedené zapojení vytvoří člen NOR a NAND. Jako výstupní člen se nepoužívá výstupní tranzistor spínacího obvodu, ale vytvořený zdroj konstantního proudu ve výstupech všech propojených obvodů. Zdroj může dodávat proud okolo 1 mA v době, kdy na příslušném výstupním tranzistoru je potenciál s úrovní H. Jestliže na rezistoru R_1 dosáhne napětí prahovou úroveň Darlingtono-



Obr. 124. Způsob slučování výstupních signálů několika spínacích obvodů řady B303D až B306D pro vytvoření logického členu NOR a NAND

nova tranzistoru, rozsvítí se světelná dioda. Je-li k dispozici proud pouze jednoho výstupu, vytvoří se logické zapojení NOR. Proud dvou nebo několika výstupů je potřebný pro dosažení napětí U_1 a vytvoření logického zapojení NAND. Odpor rezistoru R se vypočte ze vztahu

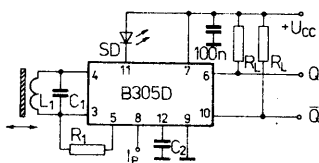
$$R \geq U_1 / (n I_{OK}),$$

kde n je počet výstupních proudů připojených n výstupů.

Jestliže $n = 1$, zapojení pracuje jako logický člen NOR, je-li $n = 2$ nebo více, zapojení pracuje jako člen NAND.

Typická provozní zapojení

Jak již bylo uvedeno v úvodu, jsou spínače prahové úrovně B303D až B306D určeny především pro použití ve spojení s indukčními, kapacitními a fotoelektrickými čidly. Základní zapojení indukčně řízeného spínače s obvodem B305D je na obr. 125. Funkční skupina oscilátoru pracuje s rezonančním

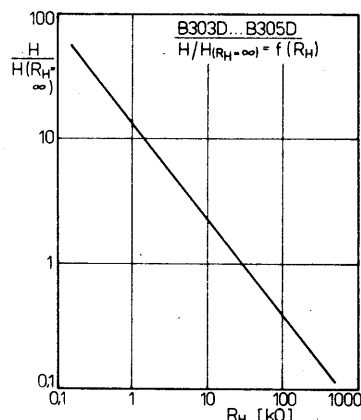


Obr. 125. Základní zapojení indukčně řízeného prahového spínače s obvodem B305D laděným obvodem, připojeným k vývodům 3 a 4, a zpětovazební rezistorem R_1 mezi vývody 3 a 5. Zpětovazební rezistor R_1 slouží k nastavení pracovního bodu a tím bodu nasazení kmitání oscilátoru. Jestliže se k systému cívek v rezonančním obvodu přiblíží kovový předmět, utlumí se oscilátor a přestane kmitat. Při oddálení předmětu oscilátor začne samočinně kmitat. Integrovaný člen, složený z kondenzátoru C_2 a vnitřní kombinace rezistorů na čipu zabraňuje, aby spínač prahové úrovně přepínal současně s kmitočtem oscilátoru.

Vyhodnocovací logika, připojená k oscilátoru, rozezná pracovní stav oscilátoru, zda kmitá či nikoliv, a vyhodnocený signál slouží k řízení výstupního stupně. Jestliže oscilátor kmitá, je na výstupu Q napětí s úrovní L. Integrovaný obvod B305D je vybaven zobrazovacím stupněm, kterým se zobrazí pomocí vnější připojené svítivé diody pracovní stav oscilátoru. Proto při úrovni H na výstupu Q se rozsvítí dioda LED.

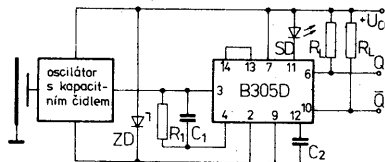
Vývod I_P slouží k nastavení nebo programování hystereze spínacího odstu-
pu nebo startu, popř. k zastavení funkce obvodu. Funkce vývodu I_P vyjadřuje stav vstupu:
 I_P spojen se zemí: malá hystereze spínacího odstu-
 I_P nezapojen: velká hystereze spínacího odstu-
 I_P na vývodu napětí 10 až 30 V: výstupy Q a \bar{Q} ve stavu velké impedance.

Zařazením potenciometru R_H mezi vývod O_1 a H je možné u integrovaných obvodů B303D a B304D plynule řídit hysterezi spínacího odstu-
pu. Závislost hystereze na odporu regulačního rezistoru R_H je na obr. 126. Oba uvedené spínače nejsou vybaveny možností optické indikace provozního stavu.



Obr. 126. Závislost hystereze spínacího odstu-
pu spínacích obvodů řady B303D v závislosti na odporu rezistoru R_H mezi vývody O_1 a H

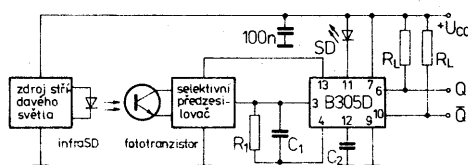
Kapacitně řízené spínače prahové úrovně s obvodem B305D představují novou generaci bezdotykových pracujících prvků, vhodných ke sběru informací, které reagují na všechna média dotyku. Základní zapojení kapacitního spínače je uvedeno na obr. 127.



Obr. 127. Kapacitně řízený spínač prahové úrovně s obvodem B305D

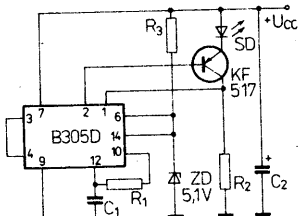
Obvod B305D pracuje jako spínač prahové úrovně. Členem R_1C_1 se nastavuje zesílení, potřebné k nasazení zpětné vazby. Vnější oscilátor, připojený ke vstupu, se napájí samostatně přímo ze zdroje stabilizovaného napětí.

Základní zapojení obvodu B305D ve spojení s fotoelektrickým spínačem je na obr. 128. Obvod pracuje jako spínač prahové úrovně. Členem R_1C_1 se nastavuje zesílení zpětné vazby. Světelný signál, který vydává zdroj střídavého světla, přijímá fototranzistor a přídavným selektivním předzesilovačem se po zesílení přivádí na vstup I_1 prahového spínače B305D. Selektivní zesilovač se napájí vnitřním stabilizovaným napětím. Přerušením cesty světelného paprsku mezi vysílačem světla a fototranzistorem přepne obvod B305D své výstupy do opačné úrovně.



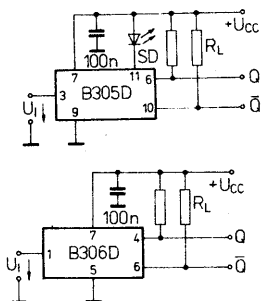
Obr. 128. Fotoelektricky řízený spínač prahové úrovně s obvodem B305D

Možnost jednoduchého rozšíření vlastností kapacitního spínače nabízejí i zde vývody I_1 a C , kterými se přímo určuje pracovní funkce jako spínač prahové úrovně nebo Schmittův klopný obvod. S obvody B303D až B306D je možné sestavit fotoelektrické vysílače podle základního zapojení na obr. 129. Integrovaný obvod B305D je zapojen jako generátor, jehož kmitočty a prahová úroveň klopného obvodu jsou určeny členem R_1C_1 . Výstupní impulsy na výstupu Q se přivádějí přes zesilovač na světelnou diodu, vyzařující infračervené záření (např. Tesla WK 164 02, WK 164 05 apod.). Přídavný zesilovač je osazen tranzistorem p-n-p (např. KF517).



Obr. 129. Zapojení fotoelektrického vysílače infračerveného paprsku, který pracuje s integrovaným obvodem B305D

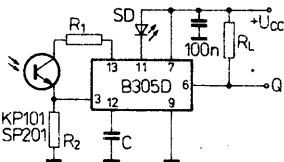
Protože se některé funkční skupiny spínačích obvodů prahové úrovně řady B303D mohou používat odděleně, mohou se tyto integrované obvody používat též výhradně jako spínače prahové úrovně, kdy se funkční skupina oscilátoru používá jako předzesilovač. Základní zapojení obvodu B305D je uvedeno na obr. 130a, obvodu B306D na obr. 130b. Vhodným zavedením zpětné vazby mezi vývody O_1 a I_1 se může ovlivňovat zesílení předzesilovače. Změna zesílení se může u obvodů B303D a B304D provést též rezistorem připojeným mezi vývody H a O_1 .



Obr. 130. Integrované obvody řady B303D jako spínače prahové úrovně; a – osazené obvodem B305D; b – osazené obvodem B306D

Vstupní napětí, potřebné pro vstup I_1 , se získává složením napětí U_{I12} a U_{BE} , které se vyznačuje typickým teplotním součinitelem $-2 \mu V/K$. Při vstupním napětí do 0,7 V je na výstupu Q napětí úroveň L, na výstupu Q H, při vstupním napětí větším než 0,7 V se napětí úroveň změni na opačnou ($Q = H$, $Q = L$).

Spínač prahové úrovně se může používat ve spojení s fotoelektrickým nebo kapacitním čidlem, připojeným ke vstupu. Příklad na obr. 131 naznačuje fotoelektrický přijímač se spínačem prahové úrovně, který se může použít ve světelných hradlech. Fototranzistor, např. KP101, se napájí z vnitřního zdroje napětí. Proudová zatížitelnost vnitřního napětového zdroje je dána odporem rezistoru R_1 , který musí být větší než 1 k Ω . Citlivost



Obr. 131. Zapojení fotoelektrického přijímače s obvodem B305D, který je vhodný pro světelná hradla

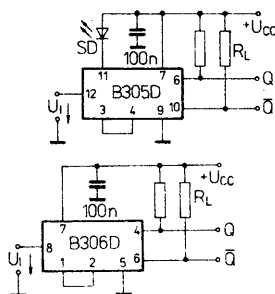
přijímače závisí na proudovém zesílení vstupního tranzistoru T_{12} a činí 2 až 5 μA , pokud je odpor rezistoru R_2 nekonečně velký. Konečnou velikost odporu R_2 je možné libovolně zmenšovat, čímž se zhoršuje zesílení. Připojením kondenzátoru C se může nastavit doba zpoždění při zapnutí. Doba zpoždění je dána vztahem

$$t_{ON} \approx 0,6 \cdot 9 \text{ k}\Omega \cdot C$$

Současně s dobou zapínacího zpoždění se ovlivňuje doba zpoždění při vypnutí podle

$$t_{OFF} \approx 2,8 \cdot 600 \Omega \cdot C$$

U popisovaných spínačích obvodů řady B303D se může samostatně využívat rovněž klopný obvod. Základní zapojení obvodu B305D jako Schmittův klopný obvod je na obr. 132. Propojením výstupu O_1 a vstupu I_1

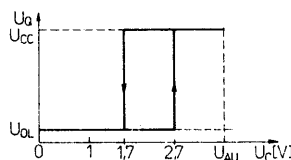


Obr. 132. Zapojení spínačích obvodů prahové úrovně řady B303D jako Schmittův klopný obvod; a – s obvodem B305D; b – s obvodem B306D

se vyřadí z provozu funkční skupina oscilátoru. Prahová úroveň U_{CL} a U_{CH} je dána rezistory R_{22} a R_{23} (viz vnitřní elektrické zapojení) a vnitřním napětím U_{AU} . Dolní bod překlape ní klopného obvodu se pohybuje okolo 1,7 V, horní bod překlape ní okolo 2,7 V. Hystereze překlape ní činí asi 1 V. Vstupní napětí U_C je omezeno v rozsahu

$$-0,7 \text{ V} \leq U_C \leq U_{AU}$$

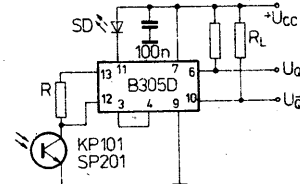
Funkční charakteristika klopného obvodu je na obr. 133. Nejvyšší pracovní kmitočty Schmittova klopného obvodu je dán



Obr. 133. Funkční charakteristika Schmittova klopného obvodu s integrovanými obvody řady B303D

$$f_{\max} = \frac{1}{t_{DLHQ} + t_{DHLO}} \approx 160 \text{ kHz}$$

Jedno z mnoha praktických řešení využití Schmittova klopného obvodu je ve spojení s fototranzistorem KP101 podle obr. 134, které se může využít jako přijímač světelné závory. Vnitřní rezistory R_{15} a R_{16} (mají odpor 9 k Ω , viz vnitřní elektrické zapojení) tvoří pracovní odpor fototranzistoru. Spínací body



Obr. 134. Zapojení jednoduchého optického přijímače s obvodem B305D a fototranzistorem na vstupu, který je vhodný pro světelné závory

přijímače jsou dány velikostí fotoelektrického proudu I_F podle vztahů:

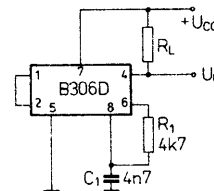
$$I_{FH} \approx \frac{U_{AU} - U_{CH}}{9 \text{ k}\Omega \parallel R}$$

$$I_{FL} \approx \frac{U_{AU} - U_{CL}}{9 \text{ k}\Omega \parallel R}$$

Odpor rezistoru R musí být vždy větší než 1 k Ω .

Jestliže se nahradí fototranzistor termistorem, může se popsané zapojení upravit na teplotní spínač s velkou hysterezí. Použijeme-li v zapojení obvod B305D, může se využít výstup pro indikaci stavu spínání a připojit podle dříve uvedených informací k obvodu svítivé diody. Tato možnost odpadá, jestliže se použijí obvody B303D nebo B304D.

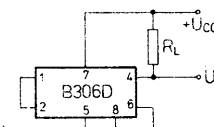
Jednoduchý generátor impulsů s obvodem B306D je možné vytvořit pomocí zapojení na obr. 135. Známým způsobem, propo-



Obr. 135. Generátor impulsů s obvodem B306D s výstupním signálem s kmitočtem 30 kHz

jením vstupu I_1 s výstupem O_1 se vyřadí z provozu funkční skupina oscilátoru a vytvoří se stav, kdy je uzavřen řídicí stupeň klopného obvodu. V okamžiku připojení napájecího napětí je komplementární výstup Q uzavřen. Kondenzátor C_1 se přes vnitřní rezistorovou kombinaci nabíjí konstantním výstupním proudem tak dlouho, až se dosáhne horní prahové úrovně klopného obvodu a výstup Q se přepne do vodivého stavu. Pak se kondenzátor C_1 vybíjí přes rezistor R_1 tak dlouho, až se dosáhne dolní prahové úrovně vnitřního klopného obvodu. Popsané zapojení s uvedenými součástkami odevzdává na výstupu Q signál s kmitočtem 30 kHz. Použije-li se v tomto zapojení integrovaný obvod B305D s optickou indikací spínáního stavu, je možné sestavit jednoduchý blikáč.

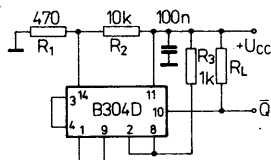
Spojí-li se vývod C s komplementárním výstupem Q podle obr. 136, vznikne generátor doby průletu. Jeho funkce spočívá na konečné době zpoždění signálu mezi vývodem C a výstupem Q. Za předpokladu, že výstup Q a vývod C mají potenciál s úrovní L, změni se tento stav po uplynutí doby zpož-



Obr. 136. Generátor doby průletu s obvodem B306D, vhodný k testování rychlosti a kmitočtu překlape ní klopného obvodu

dění, neboť při $U_C = L$ je na výstupu Q potenciál s vysokou úrovní H. I tento stav však není stabilní, protože U_C je větší než U_{CH} , proto se na výstupu Q pak změní potenciál na úroveň L. Popsaný generátor kmitá s maximálním kmitočtem klopného obvodu, proto se tento generátor může používat jako testovací zapojení k určení maximálního kmitočtu klopného obvodu.

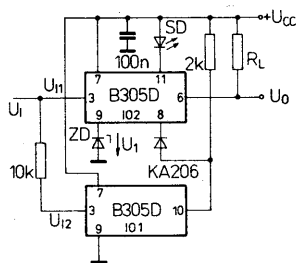
Základní zapojení obvodu B304D jako Schmittův klopný obvod může pracovat jako tepelný spínač, připojí-li se k němu teplotně závislý rezistor nebo cesta báze-emitor křemíkového tranzistoru podle zapojení na obr. 137. Mimo klopný obvod se z integrovaného



Obr. 137. Integrovaný obvod B304D v zapojení jako tepelný spínač

obvodu využije pouze samostatný tranzistor a programovací vstup I_P . Oba výstupy jsou v normálním stavu uzavřeny. Při zvýšení teploty se zmenší prahové napětí samostatného tranzistoru až na velikost nastaveného předpětí báze. Podmínka uzavření výstupů je tím splněna a výstup Q se stane vodivým. Zapojení s danými součástkami spíná při teplotě asi 50 °C.

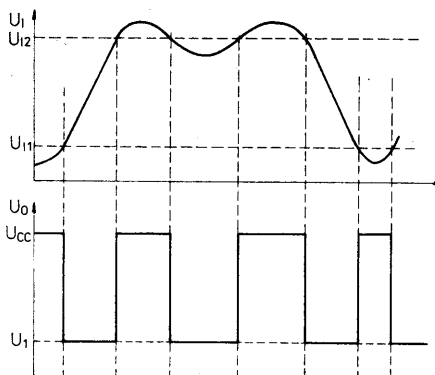
Velmi málo známé zapojení okénkového diskriminátoru se dvěma obvody B305D podle obr. 138 se může používat ke kontrole



Obr. 138. Zapojení okénkového diskriminátoru se dvěma integrovanými obvody B305D, který je vhodný ke kontrole dvou různých stavů (teplot, hladin kapaliny apod.)

dvou teplot, k zobrazení stavu kapaliny apod. Jako spínací napětí se využívá jedné prahové úrovně pro spínání integrovaného obvodu. Druhá prahová úroveň se vytvoří navršením napětí druhého integrovaného obvodu. Vstupní napětí prvního obvodu je dáno $U_1 = 0,7$ V, druhého obvodu $U_2 = U_1 + 0,7$ V. Uvedenou podmínku je možné splnit vložením Zenerovy diody do zemnicího vývodu integrovaného obvodu.

Bude-li vstupní napětí U_1 menší než napětí U_{11} , bude výstup Q prvního integrovaného obvodu vodivý a bude na něm napěťový signál s úrovní H. Tím budou přes vývod 8 uzavřeny výstupy druhého integrovaného obvodu. Bude-li vstupní napětí U_1 větší než U_{11} , bude na komplementárním výstupu Q potenciál s úrovní L a oba výstupy druhého integrovaného obvodu se uvolní. Na výstupu Q druhého integrovaného obvodu bude vynucen potenciál s úrovní L, neboť vstupní napětí U_1 bude menší než U_{12} . Teprve bude-li vstupní napětí U_1 větší než U_{12} , sepne výstup Q opět na potenciál s úrovní H. Indikace stavu sepnutí světlovou diodou signalizuje stav výstupu Q druhého integrovaného obvodu B305D. Světelná dioda svítí, je-li vstupní napětí U_1 mimo rozsah U_{11} a U_{12} . Průběh

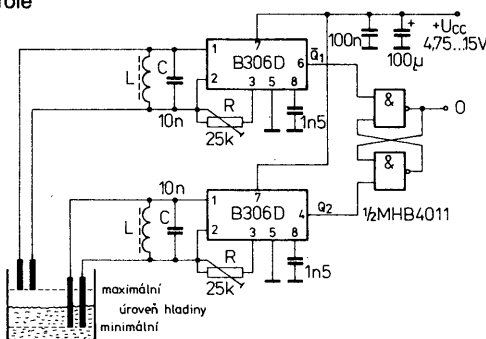


Obr. 139. Napěťový průběh vstupního a výstupního napětí okénkového diskriminátoru podle obr. 138

výstupního napětí okénkového diskriminátoru je na obr. 139.

Napájecí napětí popsaného zapojení musí být větší než součet napětí $U_1 + 10$ V, aby působil programovací vstup druhého integrovaného obvodu. V každém případě se musí vložit zatěžovací rezistor mezi výstup Q druhého obvodu a napájecí napětí. Připojí-li se relé přímo k výstupu, nesmíme zapomenout, že Zenerovou diodou protéká celý proud cívky relé. Zenerova dioda musí propouštět maximální proud integrovaného obvodu (asi 15 mA).

Jednoduché zapojení ke kontrole hladiny kapalin je možné vytvořit pomocí dvou spínacích obvodů prahové úrovně B306D, kte-



Obr. 140. Regulační zapojení ke kontrole úrovně (výšky) hladiny kapaliny, které pracuje se dvěma obvody B306D

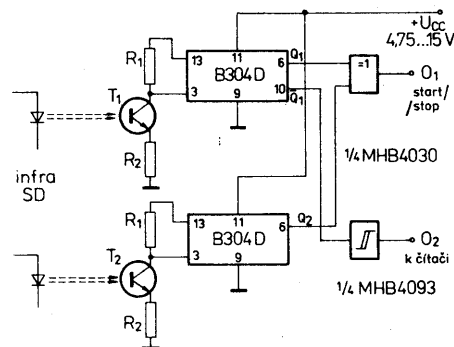
ré jsou zapojeny jako indukční čidla podle obr. 140. Oba integrované obvody pracují s laděným obvodem LC, připojeným ke vstupu, a se zpětnovazebním rezistorem R. K laděným obvodům je paralelně připojeno čidlo, které rozladí laděný obvod během přítomnosti kontrolované kapaliny mezi elektrodami čidla. Jako snímače se může použít dvou kovových desek nebo dvou vodivých drah na desce s plošnými spoji. Použije-li se jako čidla deska s plošnými spoji, nesmí se kontrolovat kapalina, která narušuje nebo přímo leptá jak základní materiál desky, tak vlastní měděné spoje.

Popsané zapojení slouží nejen ke kontrole stavu (výšky) hladiny kapaliny. Jestliže se např. dosáhne nejnižší nastavené úrovně, může zapojení sepnout např. čerpadlo, které dočerpá do nádoby kapalinu (vodu apod.). Čerpadlo se opět vypne, jakmile se dosáhne nejvyšší úrovně hladiny, dané druhým čidlem.

Jestliže kapalina poklesne pod dolní úroveň hladiny, kmitají oba oscilátory a na komplementárním výstupu Q_1 bude signál s úrovní H, na výstupu Q_2 potenciál s úrovní L. Klopný obvod, složený ze dvou systémů logického členu CMOS 4011 (např.

MHB4011), který je připojen k výstupům obou spínacích obvodů prahové úrovně, bude mít proto na výstupu O signál s úrovní L a sepne čerpadlo. Jestliže se zvýší hladina kapaliny nad dolní úroveň, utlumí se oscilace oscilátoru 2 a na výstupu Q_1 a Q_2 bude signál s úrovní H. Tato úroveň nezpůsobí žádnou změnu funkčního stavu klopného obvodu. Teprve po dosažení horní nastavené úrovně, kdy na výstupu Q_1 bude úroveň L a na výstupu Q_2 úroveň H, změní klopný obvod svůj stav a čerpadlo se vypne. Jakmile hladina kapaliny opět poklesne na dolní nastavenou úroveň, čerpadlo se opět zapne. Bude-li hladina kapaliny mezi oběma nastavenými úrovněmi, bude klopný obvod v klidovém stavu a čerpadlo bude vypnuto.

V automatizovaném výrobním procesu se obvykle přemísťují výrobky na další pracoviště dopravním pásem. Přitom může být předepsána poloha přepravovaného předmětu na pásu. Proto je nutná kontrola uložení přepravovaného předmětu. K tomuto účelu je vhodné kontrolní zapojení podle obr. 141 se dvěma samostatnými fotoelektrickými



Obr. 141. Zapojení ke kontrole pozice předmětů nebo počítání balených výrobků na pásu, které pracuje se dvěma obvody B304D a fototranzistory na vstupech

mi přijímači. Polohu přepravovaného předmětu hlídají dva světelné paprsky, vysílané dvěma světelnými zdroji, které jsou umístěny ve dvou výškách tak, aby zachytily kontrolovaný předmět v předepsané poloze. Jestliže se přeruší oba světelné paprsky, předmět je na pásu ve správné poloze. Jestliže se přeruší jen níže položený světelný paprsek, je předmět v nesprávné poloze. V tomto případě se zastaví běh dopravníku.

Fotoelektrické přijímače jsou osazeny dvěma integrovanými obvody B304D, k jejichž vstupům jsou připojeny fototranzistory vhodného typu. Pokud dopadá světelný paprsek ze světelného zdroje na fototranzistor, je napětí na vývodu 3 obvodu B304D menší než 0,7 V. Na výstupu Q bude signál s úrovní L. Jakmile se světelný paprsek přeruší, sepnou se výstupy na potenciál H. K výstupům Q_1 a Q_2 je připojen logický člen Exclusive-OR CMOS 4030 (např. MHB4030). Pokud bude na jeho vstupech signál se stejnou úrovní, bude na výstupu logického členu stejný potenciál.

Komplementární výstup Q_1 je připojen ke vstupu invertujícího Schmittova klopného obvodu (MHB4093), který slouží ke zvětšení strmosti výstupních impulsů. Tyto impulsy mohou sloužit k dalšímu vyhodnocování (např. v čítači apod.). Je-li kontrolovaný předmět v nenormální poloze, přeruší se světelný paprsek níže položeného světelného zdroje, výše položeného zdroje však nikoli. Na vstupech logického členu Exclusive-OR budou rozdílné vstupní signály, proto logický člen přepne výstupní signál. Přepnutý signál se může využít např. k automatické

mu zastavení dopravního pásu. Budou-li na obou vstupech logického členu opět signály se stejným potenciálem, sepne výstupní signál opět dopravník. Jako světelné zdroje se doporučuje použít infračervené diody LED, na které jsou citlivé rovněž fototranzistory KP101. Použitím infračerveného záření se navíc vyloučí nežádoucí chybná hlášení, způsobená okolním osvětlením.

Monolitické integrované obvody pro dotekové spínače

Náhrada mechanických přepínačů elektronickými dotekovými přepínači je oblíbená v mnoha elektronických přístrojích, především při přepínání kmitočtových kanálů v ladicím dílu televizních a rozhlasových přijímačů. Většina elektronických přepínačů je vyráběna jako dotekový čtyřmístný dvouúrovňový spínač technikou bipolárních nebo monolitických unipolárních integrovaných obvodů. Spínače tohoto typu výhodně nahrazují tlačítkovou přepínací mechaniku diodově laděných kanálových a pásmových voličů. Přepínače s integrovanými obvody navíc umožňují dálkovou volbu programu.

Monolitické integrované dotekové spínače mají mnoho předností, z nichž je třeba jmenovat hlavně velkou vstupní citlivost, velkou provozní spolehlivost, malé saturační napětí a malou teplotní závislost spínacích tranzistorů, velkou zatížitelnost pásmových napěťových výstupů a malý počet vnějších součástek, potřebných k jejich provozu.

Popis funkce

Typickými představiteli integrovaných senzorových dotekových obvodů jsou výrobky Tungsram SAS660 a SAS670, na nichž si vysvětlíme jejich funkci. Součástky těchto typů vyrábějí mnozí světoví výrobci polovodičových součástek. Ve společném plastovém pouzdru DIL-16 jsou vestavěny čtyři stejné paměťové stupně. Všechny paměťové stupně jednoho, popřípadě několika sériově zapojených integrovaných obvodů jsou z důvodu nulování navzájem propojeny pomocí vnějšího rezistoru R_H , jímž se určuje velikost přídržného proudu. Vnitřní elektrické zapojení na obr. 142 představuje dva ze čtyř shodných paměťových stupňů.

Spojí-li se senzorová elektroda (vývod 10) dotykem prstu s potenciálem země (vývod 01), protéká proud cestou báze-emitor tranzistoru T_1 , čímž Darlingtonova kombinace tranzistorů T_2 , T_3 sepne. Z emitoru tranzistoru T_3 vytéká proud asi 3 mA, který je na tuto velikost omezen rezistorem R_2 . Proudový zesilovací činitel tranzistorů T_1 , T_2 a T_3 činí nejméně 25 000, takže proud báze tranzistoru T_1 120 nA postačí k sepnutí kombinace. Uvedenému proudu odpovídá dotekový odpor 50 M Ω , může se připojit k senzorovému vstupu (vývod 10) rezistor 3,9 M Ω vůči vývodu 08 (přívod napětí 13,5 V), čímž se vyrovnají rozptyly proudového zesílení tranzistorů T_1 , T_2 , T_3 na činitel 2.

Z emitoru tranzistoru T_3 tekoucí proud vytvoří na Zenerově diodě ZD_1 napětí, které odpovídá jejímu Zenerovu napětí. Spolu s úbytkem napětí na rezistoru R_3 (asi 1 V) je na bázi tranzistoru T_4 napětí okolo 6,5 V vůči zemi. Tranzistor T_4 bude ve vodivém stavu, na přídržném rezistoru R_H vznikne napětí asi 6 V, takže proud kolektoru tranzistoru T_4 při použití rezistoru $R_H = 12$ k Ω bude asi 0,5 mA. Tento proud převážně protéká z vý-

vodu 07 (napětí 33 V) cestou báze-emitor tranzistoru T_6 a diodami D_1 , D_2 . Tranzistor T_6 bude vodivý a sepne ladicí napětí z vývodu 07 (33 V) na vývod 06. Saturační napětí tranzistoru T_6 pro spínací proud 1 mA činí pouze 90 mV při teplotním posunu menším než 0,5 mV/K. Úbytek napětí na cestě báze-emitor tranzistoru T_6 a na diodách D_1 , D_2 způsobí sepnutí tranzistoru T_5 . Jeho kolektorový proud, který je nastaven rezistorem R_5 na velikost 0,4 mA, protéká přes R_3 a Zenerovu diodu ZD_1 , na bázi tranzistoru T_4 pak vytvoří napětí 5,6 V. Tranzistor T_4 zůstává ve vodivém stavu i tehdy, jestliže na senzorovém vstupu již není dotek. Napětí na přídržném rezistoru R_H (vývod 02) činí pak asi 5,1 V.

Sepnutím tranzistoru T_5 vznikne na rezistoru R_5 napěťový úbytek, kterým se sepne tranzistorová kombinace T_7 , T_8 a T_9 . Pásmové napětí, které je na vývodu 08 (13,5 V), se propojí na vývod 09. Saturační napětí mezi vývody 08 a 09 činí průměrně 1,2 V při proudu 55 mA, který postačí k rozsvícení paralelně připojené indikační žárovky.

Sepnutý stav obou elektronických spínačů (vývod 07 na vývod 06 pro ladicí napětí, vývod 08 na vývod 09 pro pásmové napětí) zůstává tak dlouho, až se dotekem senzorové elektrody jiného stupně sepne jiný spínač. Nulování spínače probíhá následovně.

Dotkneme-li se např. senzorové elektrody druhého stupně (vývod 12), začne protékat z emitoru vstupní tranzistorové kombinace tohoto stupně proud 3 mA, který vyvolá na přídržném rezistoru R_H (vývod 02) napětí 6 V. Na bázi tranzistoru T_4 prvního stupně, jak již bylo uvedeno, bude napětí jen 5,6 V, takže tranzistor T_4 tohoto stupně se uzavře a spínač (vývod 07 a 06, 08 a 09) se rozpojí. Sepne se spínač druhého stupně (vývod 07 se spojí s vývodem 05 pro ladicí napětí, vývod 08 s vývodem 11 pro pásmové napětí). Tento nový spínací stav zůstává tak dlouho, až se dotkneme jiné senzorové elektrody a spínací postup se analogicky opakuje.

Ke zvětšení provozní spolehlivosti dotekových spínačů slouží:

Rezistor R_1 před kombinací vstupních tranzistorů chrání integrovaný obvod před poškozením v případě, že se jeden ze senzorových vstupů spojí přímo se zemí.

Speciálně navržené sestavení integrovaných součástek je umístěno v izolovaném pouzdru, proto výpadek napájecího napětí na vývodu 07, popřípadě 08 způsobený zkratem nebo chodem napěťového zdroje naprázdno nezpůsobí žádnou škodu.

Velká plocha spínacího tranzistoru T_9 , který slouží pro přepínání pásma, připouští

trvalý spínací proud 55 mA; desetinásobné krátkodobé přetížení int. obvodu (po dobu 0,1 s) neovlivní jeho funkční schopnost.

Odolnost integrovaného obvodu proti rušení je zvýšena použitím Zenerovy diody ZD_1 v každém stupni, kde slouží jako součástka pro určení velikosti vstupního napětí a navíc zajišťuje další ochrany.

„Potulující se“ rušivé impulsy, které se dostanou na bázi řídícího tranzistoru T_4 sepnutého stupně, budou většinou nezpůsobitelné vyvolat změnu provozního stavu (diferenciující odpor Zenerovy diody).

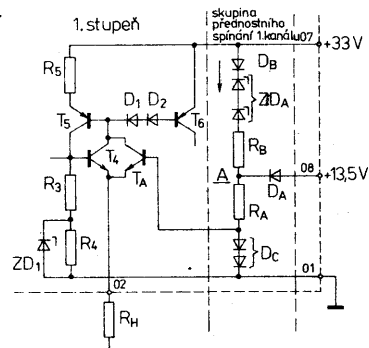
Napětí na přídržném odporu R_H je určováno prakticky pouze Zenerovým napětím, čímž je téměř nezávislé na rozptylech ostatních součástek.

Zatěžovací proud ze zdroje ladicího napětí (asi 2,5 mA na jeden integrovaný obvod) je poměrně malý, přírůstek tohoto proudu při doteku senzoru činí pouze 10 %.

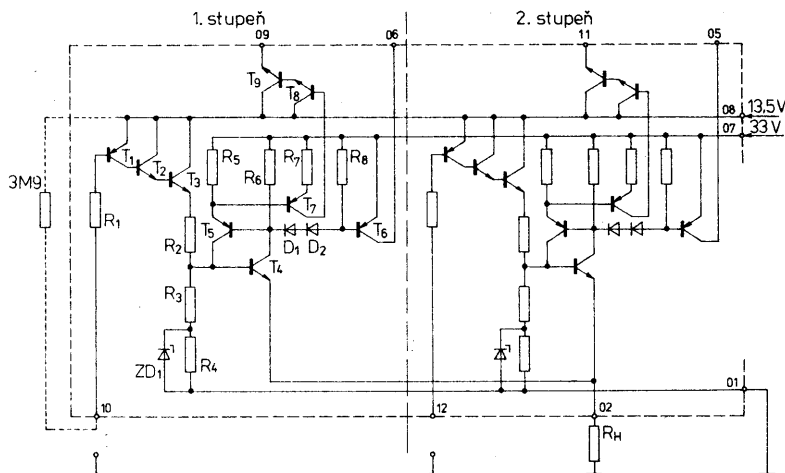
Funkce přednostního spínání

Integrovaný obvod SAS660 sdružuje vedle čtyř paměťových stupňů i stupeň přednostního spínání, který při prvním zapnutí přístroje do sítě automaticky spíná první paměťový stupeň do provozního stavu. Přednostní spínání se řídí z obou zdrojů napájecího napětí (33 V a 13,5 V), takže sled zapínání napájecího napětí nehraje žádnou roli. Po zapnutí prvního stupně do provozu není nadále zdroj ladicího napětí (33 V) zatěžován stupněm přednostního spínání.

Zapojení přednostního spínání, které je patrné z obr. 143, se skládá z tranzistoru T_A , k němuž je paralelně připojen tranzistor T_4 prvního stupně. K jeho bázi jsou připojeny



Obr. 143. Elektrické zapojení skupiny přednostního spínání prvního kanálu obvodu SAS660



Obr. 142. Vnitřní elektrické zapojení dvou stupňů integrovaných obvodů SAS660 pro dotekové spínače

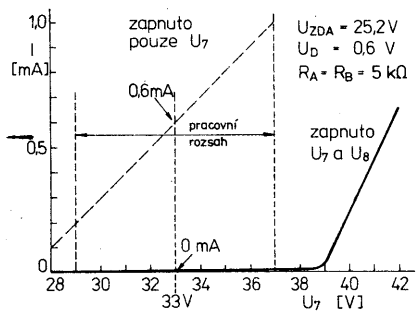
dvě sériově zapojené diody D_C vůči zemi. Jestliže se připojí napájecí napětí, protéká diodami D_C proud a na diodách vznikne napětí 1,2 V. Protože ještě není připojen žádný z paměťových stupňů, není ani na rezistoru R_H žádné napětí, proto je cesta báze-emitor tranzistoru T_A vodivá.

Je-li nebo bude-li připojeno ladicí napětí (33 V), protéká proud cestou báze-emitor tranzistoru T_6 a přes tranzistor T_5 sepne první stupeň, který zůstane sepnut. Na přídržném odporu R_H tím vzniká napětí 5,1 V, proto tranzistor T_A zůstane uzavřen pro všechny další funkční stavy, stupeň přednostního spínání je neúčinný.

Obě další diody D_A a D_B , na nichž vzniká úbytek napětí 0,6 V v propustném stavu, zabráňují průtoku nežádoucích proudů mezi zdroji provozního napětí.

Řetěz Zenerových diod ZD_A v zapojení přednostního spínání slouží k tomu, aby se zdroj ladicího napětí (33 V) zatěžoval pouze při uvádění dotekového spínače do chodu, nikoliv tedy během provozního stavu. Bude-li např. při uvádění do chodu zapnuto nejdříve napětí U_7 (33 V), bude podle obr. 144 protékat proud I asi 0,6 mA. Jakmile se připojí napětí U_8 (13,5 V) zmenší se napětí 13,5 V o 0,6 V a proud I , který zatěžuje zdroj ladicího napětí, poklesne zpět na nulovou velikost.

Pomocí údajů na obr. 144 bude vždy splněna proudová kompenzace uvnitř pracovního rozsahu napětí U_7 od 29 do 37 V. Teprve jakmile se toto napětí zvětší nad nepřipustnou hranici 38,5 V, nastane trvalé zatížení zdroje ladicího napětí.



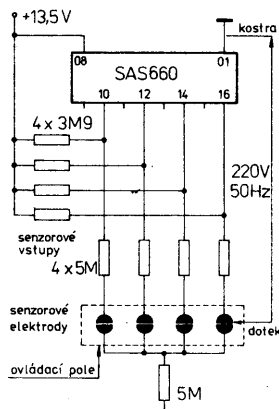
Obr. 144. Proudové a napěťové závislosti při spínání dotekového spínače SAS660

Integrovaný obvod SAS670 má vnitřní elektrické zapojení shodné s obvodem SAS660, nemá však stupeň přednostního spínání prvního stupně. Používá se převážně pro rozšíření počtu spínaných kanálů vždy o 4 kanály (na 8, 12 apod.).

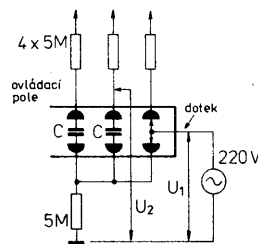
Vnější zapojení sensorových vstupů

Jestliže se použijí dotekové sensorové integrované obvody v přístrojích napájených přímo ze sítě bez síťového oddělovacího transformátoru, což je v televizorech běžný způsob napájení, může se stát, že na kostře přístroje bude fáze ze síťového rozvodu. V tomto případě se musí použít podle platných bezpečnostních předpisů ochranné rezistory, které dovolují dotek lidského těla bez jakékoliv nebezpečí. Dotekem prstu pouze jedné z obou sensorových elektrod se sepne příslušný paměťový stupeň. Jak je patrné z obr. 145, leží střídavé síťové napětí 220 V mezi kostrou a sensorovou elektrodou. Příslušný sensorový vstup se řídí v rytmu střídavého napětí. Integrovanou Zenerovou diodou (ZD_1) je zabezpečen paměťový stupeň, takže řízení střídavým napětím nemá rušivý vliv na funkci integrovaného obvodu.

Dotýkáme-li se současně jak sensorové elektrody, tak též protielektrody (obr. 146), bude působit síťové střídavé napětí přes

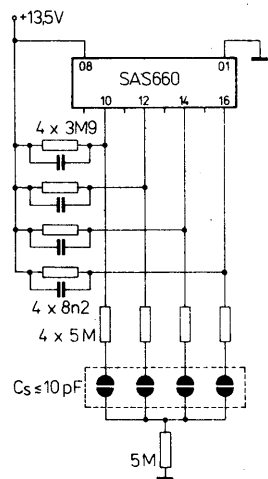


Obr. 145. Zapojení dotekových ploch dotekového spínače SAS660



Obr. 146. Působení při doteku sensorových elektrod dotekového spínače SAS660

nikoliv zanedbatelné kapacity C ovládacího pole na sensorové elektrody, kterých se právě nedotýkáme. Odpor těchto kapacit ($C \approx 10 \text{ pF} \approx 320 \text{ M}\Omega$) je podstatně větší než reálný odpor sensorového vstupu (asi $8 \text{ M}\Omega$ včetně ochranného rezistoru $5 \text{ M}\Omega$). Důsledkem je předbíhání napětí U_2 vůči napětí U_1 o 90° . Tím bude v době, v níž dosáhne síťová fáze své nejklaďnější hodnoty, jeden z nedotknutých sensorových stupňů tak dlouho zapnut, až síťová fáze bude opět záporná. Popsané rušení se potlačí kondenzátorem $8,2 \text{ nF}$ připojeným podle obr. 147. Rozdělení napětí kapacitně přenášeného střídavého napětí bude pak pod aktivní spínací velikostí sensorových vstupů.



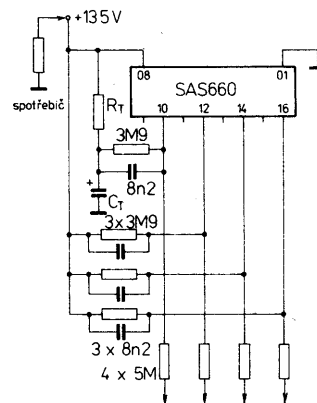
Obr. 147. Způsob odstranění rušení posuvem napětí U_2 vůči napětí U_1 u obvodů SAS660

Přídavná vnější uspořádání obvodu SAS660

Síťové zdroje televizních přijímačů zpravidla nevytvářejí monotónní napájecí napětí ihned po zapnutí do sítě. Často vznikají spolu s napájecím napětím napěťové skoky

nebo vrcholy. Přestože dotekové sensorové spínače mají integrováno přednostní spínání prvního kanálu, může se uvedenými napěťovými impulsy sepnout jiný kanál než první. Tomuto nedostatku může odpomoci celkem nenáročná vyhlazovací zapojení napájecího napětí 13,5 a 33 V podle obr. 148.

Kombinace členu RC ($3,9 \text{ M}\Omega/8,2 \text{ pF}$) prvního přednostně spínaného paměťového stupně (vývod 10) obvodu SAS660 se připojí k časovému členu $R_T C_T$. Při odpojení přístroje má kondenzátor C_T nulový potenciál, protože ke zdroji napájecího napětí 13,5 V je paralelně připojen spotřebič. Jakmile se přístroj zapne, nabije se kondenzátor přes rezistor R_T . Pokud je napětí na kondenzátoru C_T menší než 12 V, protéká zapínací proud kombinací vstupních tranzistorů prvního stupně a udržuje jej v zapnutém stavu. Jestli-



Obr. 148. Vyhlazení napájecího napětí obvodu SAS660

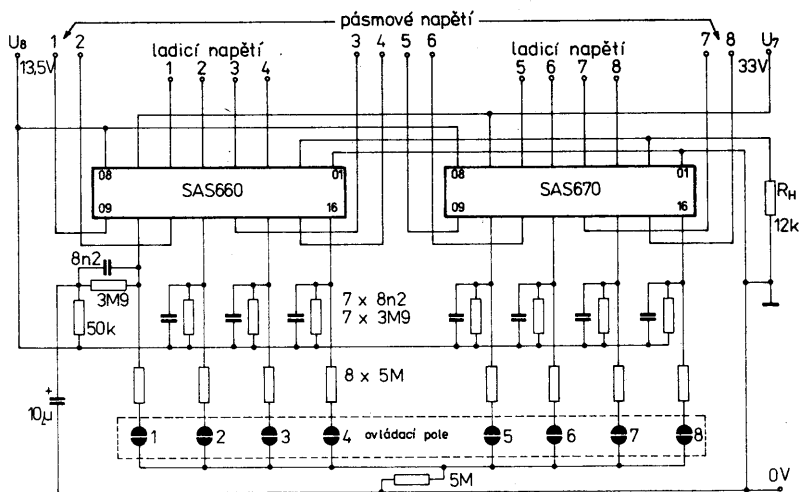
že se zvolí časová konstanta členu $R_T C_T$ poněkud delší než přístroj potřebuje k plnému náběhu provozního napětí, nemají napěťové skoky nebo vrcholy, které vznikají při náběhu napájecího napětí, žádný vliv na nabíjení prvního kanálu. Přídržnou dobu asi 3 s určí součastky členu $C_T = 10 \text{ }\mu\text{F}$, $R_T = 50 \text{ k}\Omega$.

Na obr. 149 je návrh zapojení s integrovanými obvody SAS660 a SAS670, které slouží k elektronickému přepínání osmi programových kanálů. Dotykem prstu sensorové plochy 1 se sepne elektronický spínač pásmového napětí (vývod 08 s vývodem 09 obvodu SAS660) a spínač ladicího napětí (vývod 07 s vývodem 06). Na výstupu, označeném pásmové napětí 1, je napětí asi 12,3 V, které se může využít jako provozní napětí pro pásmo III kanálového voliče VKV a pro indikační žárovku „program 1“ při maximálním přípustném trvalém proudu 55 mA.

Na výstupu označeném „ladící napětí 1“ je napětí U_7 asi 90 mV, které se přivádí na bod pro program 1 určeného ladicího potenciometru přes předřadný rezistor asi $5 \text{ k}\Omega$. Odpor potenciometru má být asi $30 \text{ k}\Omega$.

Spojením vývodu 02 obvodu SAS660 s vývodem 02 obvodu SAS670 jsou oba integrované obvody funkčně svázány pomocí odporu R_H , takže při doteku např. sensorové plochy 7 v ovládacím poli se nejdříve zapnutý kanál 1 vypne a pásmové napětím 7 (vývod 13 obvodu SAS670) a ladicím napětím 7 (vývod 04) zapne označený výstup.

K tomu je třeba dodat, že připojením dalších integrovaných obvodů SAS670 se může sensorový spínač rozšířit o další čtyři stupně, tedy o další čtyři programové kanály, aniž by se zvětšilo zatížení zdroje ladicího



Obr. 149. Elektronický přepínač osmi programových kanálů s integrovanými obvody SAS660 a SAS670

nebo pásmového napětí. Zatížení je zcela nezávislé na počtu použitých integrovaných obvodů a je pro ladící napětí

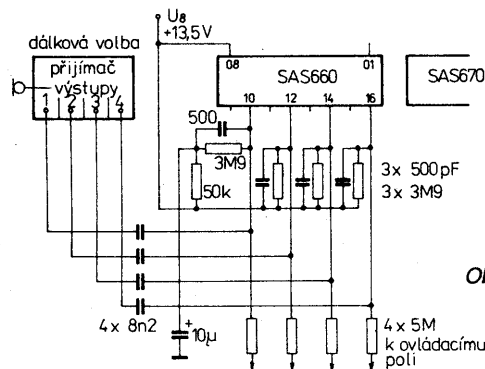
2 až 3 mA plus proud, protékající potenciometrem, a

2 až 3 mA plus proud, který odebírá ladící volič a indikační žárovka (může být max. 55 mA).

Dálková volba programu

Při dálkovém ovládání volby programu se používá různých kódovacích postupů, které jsou přenášeny z přístroje pro dálkové ovládání na televizor pomocí ultrazvuku nebo infračerveným zářením. Na straně přijímače se musí přijímané signály upravit tak, aby se mohlo využít k ovládání kanálového voliče se senzorovými integrovanými obvody jedné ze dvou dále uvedených podmínek:

– K dispozici musí být tolik výstupů přijímače dálkového ovládání, kolik programů se má volit, přičemž výstupy přijímače jsou spojeny se senzorovými vstupy. Volba programu je simultánní.



Obr. 150. Funkční skupinové zapojení přijímače dálkové volby přijímaného kanálu ve spolupráci s obvodem dotekového spínání SAS660

Výstup přijímače před každou volbou programu musí vyslat nulovací impuls pro senzorové integrované obvody, zapojené jako kruhový čítač, který vynuluje a vrátí zpět na přednostně spínaný kanál 1 (odpovídá programu 1). Po provedeném nulování, které odpovídá pořadovému číslu N zvoleného programu $N - 1$, odevzdá čítač impulsy, které nastaví sekvenci paměťových obvodů na volený stupeň N .

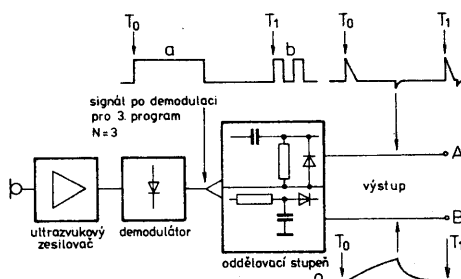
Na obr. 150 je znázorněna v blokovém zapojení přijímací strana dálkového ovládání se simultánní volbou programu podle prvního výše uvedeného bodu. Zdvoujením nebo ztrojením senzorového obvodu lze volit více než čtyři programy.

Výstupy přijímače se nacházejí v klidovém stavu na kladném potenciálu H (např. +5 V). Je-li vnitřní odpor výstupu přijímače menší než 30 k Ω , což je nejčastější případ, můžeme použít k vazbě přijímače na vstupy senzorů SAS660 či SAS670 kondenzátory 8,2 nF zapojené podle obr. 147. Při dálkové volbě např. programu 3 bude během trvání vysílaného signálu připojen výstup 3 přijímače přibližně na potenciál nuly, L (např. +0,5 V). Přepnutí výstupu 3 přijímače z potenciálu H na L se přenesou přes kondenzátor 3 (má kapacitu 8,2 nF) jako záporný impuls na senzorový vstup (vývod 14) a sepne se paměťový stupeň 3. Nulování výstupu 3 po

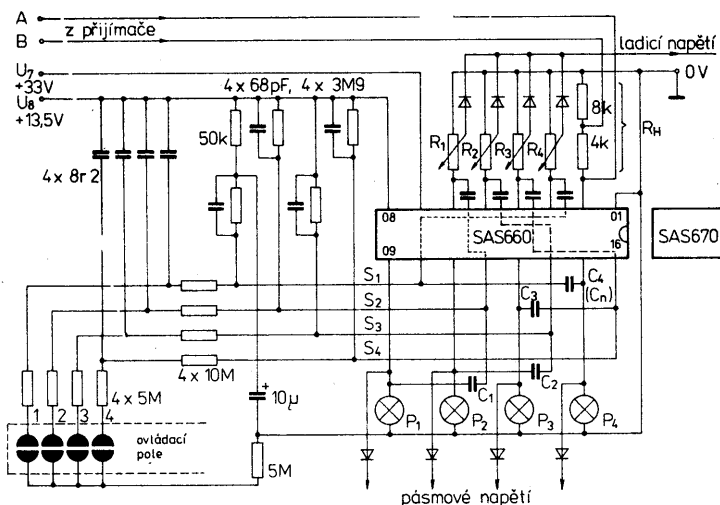
ukončení vysílaného impulsu z potenciálu L na H vytvoří pozitivní impuls na vstupu senzorového obvodu, který však sepnutý stav paměťového stupně neovlivní.

Funkční skupinové zapojení přijímače, které odpovídá podmínce podle druhého bodu je znázorněno na obr. 151 rovněž pro příklad volby programu 3. Sled impulsů za demodulátorem se skládá z nulovacího impulsu (a) a čítačích impulsů (b). Protože má být zvolen program s pořadovým číslem $N = 3$, vyšle se počet čítačích impulsů $N - 1 = 2$ impulsy. Sled impulsů se přivede na výstup A přes diferenciální stupeň s potlačným negativních impulsů. Na výstupu A vznikne v tomto okamžiku T_0 rozdílový nulovací impuls, od doby T_1 pak oba čítač impulsy. Na výstupu B je sled impulsů integrovaný pomocí potenciálové bariéry. Krátce po okamžiku T_0 se vytvoří nulovací impuls, který si podrží svou amplitudu podstatně déle než diferenciující nulovací impuls na výstupu A. V okamžiku T_1 se přivedené čítač impulsy na výstupu B potlačí potenciálovou bariérou.

Na obr. 152 znázorněné zapojení ukazuje způsob rozšíření spínacího zapojení s obvodem SAS660 pomocí dalších vnějších součástek pro použití jako kruhový čítač. Přídáním jednoho nebo několika obvodů SAS670 se může rozšířit počet programových spínačů vždy o další čtyři. Výstup pásmového napětí (vývod 09) prvního paměťového stupně je spojen přes kondenzátor C_1 se vstupem senzoru (vývod 12) druhého paměťového stupně (vývod 11) je spojen přes C_2 se vstupem třetího stupně (vývod 14) atd. až do spojení výstupu posledního stupně se vstupem prvního stupně. Místo výstupů pásmového napětí se mohou spojit pomocí kondenzátorů též výstupy ladícího napětí (vývody 06, 05, 04, 03), jak je v obrázku vyznačeno čárkovaně. Všechny senzorové vstupy mají potlačenou vazbu pomocí rezistorů 10 M Ω z příslušného kondenzátoru 8,2 nF



Obr. 151. Funkční skupinové zapojení přijímače dálkové volby s ultrazvukovým zesilovačem



Obr. 152. Zapojení pro rozšíření spínání obvodem SAS660 jako kruhový čítač

(slouží k potlačení brumu), čímž mohou účinně působit impulsy na senzorových vstupech.

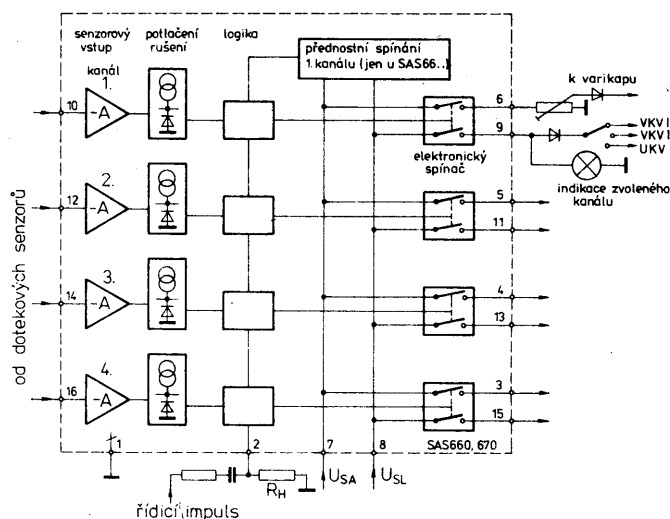
Na příkladu zapnutého druhého paměťového stupně popíšeme další funkci spínače. Na přídržném odporu R_H (vývod 02), jak již bylo uvedeno, vznikne stejnosměrné napětí asi 5,1 V, na výstupu (vývod 11) pásmové napětí +12,3 V. Kladný impuls z výstupu přijímače A zvětší napětí na přídržném odporu, takže se sepnutý druhý stupeň vypne. Pásmové napětí na vývodu 11 poklesne zpět na nulový potenciál, přičemž se přenesou záporný impuls na senzorový vstup (vývod 14) třetího stupně a sepnou tento stupeň. Podmínkou pro spolehlivou činnost je správné nastavení časového členu. Správnou volbou velikostí součástek se musí zajistit, aby kladný impuls I_H na přídržném odporu odpojí zapnutý paměťový stupeň. Jakmile kladný impuls přestane působit, záporný impuls I_S , vzniklý při odpojení pásmového napětí na senzorovém vstupu následujícího stupně, má ještě tak velké množství energie, že sepnou následující stupeň. Zapínací postup se tím ukončí, aniž by se dostal další kladný impuls na přídržný rezistor. Uvedené kapacity kondenzátorů $C_1 = C_2 = C_n = 7,5 \text{ pF}$, ostatní součástky v zapojení podle obr. 152 jsou voleny pro spínací kmitočet do 3 kHz, amplitudu spínacího impulsu I_H asi 10 V s dobou poklesu t_f max. 10 μs .

Má-li se dálkovým ovládáním přepnout např. zapnutý první stupeň na třetí stupeň, jsou na vývodech A a B přijímače dálkového ovládání impulsy podle obr. 151. Výstup přijímače A je podle obr. 152 spojen rezistorem 6,2 k Ω a kondenzátorem 3,3 nF s vývodem 02 obvodu SAS660. Diferencující nulovací impuls v okamžiku T_0 vypne (jak bylo popsáno) první paměťový stupeň a přes kondenzátor C_1 zapne druhý stupeň. Na výstupu B je integrující nulovací impuls, který se přivede na dělicí bod rozděleného přídržného rezistoru R_H (4 k Ω a 8 k Ω). Doba trvání nulovacího impulsu je podstatně delší, takže druhý stupeň bude opět odpojen. S poklesem nulovacího impulsu klesne napětí na vývodu 02 na velmi malou velikost (max. 1,2 V), takže zapojení přednostního spínání prvního paměťového stupně v obvodu SAS660 se uvede do chodu a sepnou tento stupeň. Postup skončí před časovým okamžikem T_1 . Nyní následují dva impulsy na výstupu A, které sepnou sekvenci třetí paměťového stupně. Protože postup přepínání probíhá v praxi během krátké doby, dálková volba probíhá kvazisimultánně.

Amplituda napěťového impulsu na výstupu A (a B) přijímače může dosáhnout až +15 V. Při daných součástkách v zapojení na obr. 152 a napěťovém impulsu do 15 V je provoz spínače naprosto spolehlivý a nemohou se poškodit žádné součástky či integrované obvody SAS660 a SAS670. Všechny uvedené funkční činnosti platí rovněž pro dotekové senzorové integrované obvody SAS6600 a SAS6700.

Elektronické dotekové spínače SAS660, SAS670, SAS6600, SAS6700, SAS6610, SAS6710

Výrobci integrovaných elektronických dotekových spínačů pro použití ve spotřební elektronice pro přepínání kanálů je v Evropě několik. Vyrábějí v podstatě tři základní řady spínačů, z nichž jsou nejznámější spínače s typovým označením SAS660 a SAS670. Jejich funkce byla již popsána. Vyznačují se velkou vstupní citlivostí, provozní spolehlivostí a velkou odolností proti rušení. Spínací tranzistory, použité na čipu k vytvoření spínačů, mají malé saturační napětí a teplotně jsou velmi stálé. Výstupy spínačů se mohou zatěžovat proudem až do 55 mA, který postačuje k rozsvícení kontrolní žárovky nebo diody LED k indikaci sepnutého stavu.



Obr. 153. Funkční skupinové zapojení dotekových spínačů SAS660, SAS670, SAS6600, SAS6700, SAS6610, SAS6710

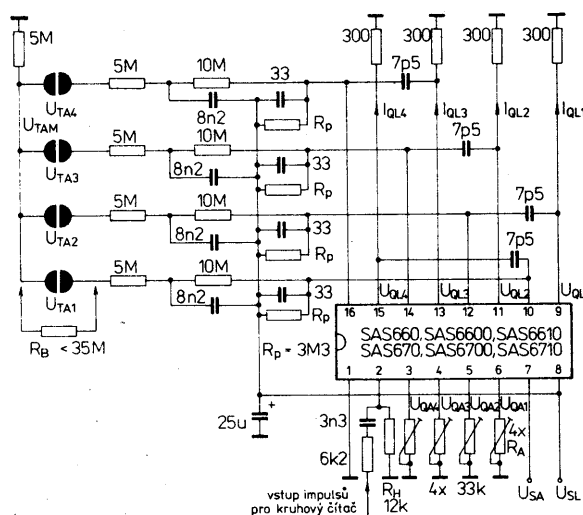
Integrované obvody SAS660 a SAS670 jsou v plastovém pouzdru DIL-16 s 2 \times osmi vývody ve dvou řadách v rastru 2,54 mm a odstupem řad 7,6 mm. Funkce vývodů (viz funkční skupinové zapojení na obr. 153): 1 – zemnicí bod; 2 – vstup řídicího signálu (impulsů) logiky k řízení všech čtyř kanálů; 3 a 15 – výstupy kanálů 4; 4 a 13 – výstupy kanálů 3; 5 a 11 – výstupy kanálů 2; 6 a 9 – výstupy kanálů 1; 7 – přípoj ladicího napětí U_{SA} (U_7); 8 – přípoj napětí pro indikátor U_{SL} (U_8); 10 – vstup kanálu 1; 12 – vstup kanálu 2; 14 – vstup kanálu 3; 16 – vstup kanálu 4. Úplné elektrické údaje těchto spínacích obvodů jsou obsaženy v tabulce 10.

Funkční skupinové zapojení obvodů SAS660 a SAS670 je na obr. 153, praktické provozní zapojení na obr. 154. Pomocí vnějších součástek se může funkce spínacích obvodů rozšířit na funkci kruhového čítače. Funkční rozsah kmitočtu kruhového čítače je v uvedeném zapojení od 0 do 3 kHz. Mezi vrcholové napětí řídicích impulsů je 10 V, stromost hran impulsů je max. 10 μs . Při doteku senzorové dotekové plošky, která je spojena s fází sítě, se vyvolá rušivé napětí na příslušném výstupu menší než 8 mV (při současném doteku několika senzorových kontaktů najednou zůstává zapojen vždy jen

jeden program. Při zapnutí napájecího napětí nepůsobí rozdílné síťové konstanty škodlivě na integrovaný obvod.

Integrovaný obvod SAS660 obsahuje stupeň přednostního spínání prvního ze čtyř spínacích kanálů. Obvod SAS670 obsahuje čtyři přesně stejné spínací stupně. Společně s obvodem SAS660 je možné vytvořit osmi-kanálový dotekový programový spínač s přednostním spínáním prvního kanálu. Toto uspořádání se může rozšířit o další obvody SAS670, kterými se rozšíří počet spínacích kanálů vždy o další čtyři. U všech takto použitých obvodů se musí navzájem propojit vývod 2, čímž se zajistí jejich funkce.

V podstatě stejnou funkci jako popsané obvody SAS660 a SAS670 mají dotekové spínače SAS6600 a SAS6700. Rozdíl mezi nimi je ve vylepšených elektrických vlastnostech, především v širším rozsahu maximálně dovoleného napětí indikátoru a širšího rozsahu přípustných teplot okolí v provozu. Jejich elektrické údaje jsou v tabulce 10. Zapojení a funkce vývodů jsou shodné s SAS660, popř. SAS670, rovněž stejné je funkční skupinové a doporučené provozní zapojení. Zvolený program dotekovými spínači SAS6600 zůstává zapnut při odpojení napětí U_{SL} (U_8 na vývodu 8), jestliže napětí U_{SA} na vývodu 7 je v rozsahu 17 až 36 V. Tato úprava vyhovuje podmínkám pro poho-



Obr. 154. Doporučené provozní zapojení dotekových spínačů SAS660, SAS670, SAS6600, SAS6700, SAS6610, SAS6710

Tab. 10. Elektrické údaje SAS660, SAS670, SAS6600, SAS6700

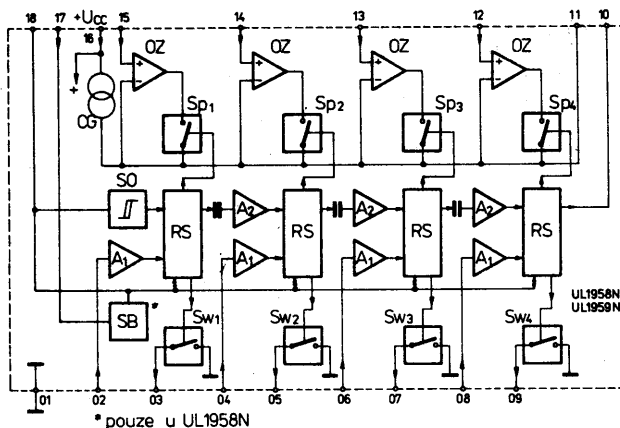
Mezní údaje ₁		
Ladící napětí SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$U_7 = 29 \text{ až } 37$ $U_7 = 17 \text{ až } 36$	V
Napětí pro indikátor SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$U_8 = 11 \text{ až } 15$ $U_8 = 10 \text{ až } 25$	V
Ladící proud SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$I_7 \leq 7$ $I_7 \leq 5$	mA
Ladící proud vrcholový ²⁾ Proud výstupu indikátoru naprázdno Proud výstupu indikátoru $U_8 = 13,5 \text{ V}$ Proud výstupu indikátoru nárazový $t \leq 100 \text{ ms}$	$I_{7M} \leq 8$ $I_8 \leq 6$ $I_{8L} \leq 55$ $I_{8M} \leq 250$	mA
Ztrátový výkon celkový $\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$	$P_{\text{tot}} \leq 440$	mW
Rozsah pracovních teplot okolí SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$\vartheta_a = 0 \text{ až } +55$ $\vartheta_a = 0 \text{ až } +70$	$^\circ\text{C}$
Rozsah skladovacích teplot SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$\vartheta_{\text{stg}} = -20 \text{ až } +150$ $\vartheta_{\text{stg}} = -25 \text{ až } +125$	$^\circ\text{C}$
Tepelný odpor přechod-okolí	$R_{\text{thja}} \leq 200$	K/W
Charakteristické údaje		
Platí při $\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$, SAS660, SAS670 $R_H = 12 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ SAS6600, SAS6700 $R_H = 15 \text{ k}\Omega \pm 10\%$		
Proud jednoho uzavřeného ladícího výstupu $U_7 = 33 \text{ V}$, $R_A = 33 \text{ k}\Omega$	$I_3, I_4, I_5, I_6 \text{ OFF} \leq 5$	μA
Proud jednoho uzavřeného výstupu indikátoru $U_{IL} = 13,5 \text{ V}$, $R_L = 50 \Omega$ ⁵⁾	$I_8, I_{11}, I_{13}, I_{15} \text{ OFF} \leq 100$	μA
Spínací citlivost pro sepnutý senzor $U_7 = 33 \text{ V}$, $U_8 = 13,5 \text{ V}$, $R_p = 3,9 \text{ M}\Omega$ SAS660, SAS670 SAS6600, SAS6700	$I_2 \leq 250$ $I_2 = 20 \text{ až } 250$	nA
Přidržené napětí při doteku senzoru po doteku senzoru	$U_{RH} = 6 \text{ až } 7$ $U_{RH} = 5 \text{ až } 5,6$	V
Změna ladícího proudu I_7 v přidrženém stavu při doteku senzoru	$I_7 \leq 0,3$ $I_{7H} = \text{jmen. } 3,5;$ $2,8 \text{ až } 5,0$	mA
Napájecí proud v přidrženém stavu		mA
Rozptyl napájecího proudu jednotlivých integrováných obvodů	$\Delta I_7 \leq 1$	mA
Saturační napětí ladícího spínače $I_3, I_4, I_5, I_6 = 1 \text{ mA}$	$U_7 - U_{OA} \leq 250$	mV
Tepelná závislost saturačního napětí spínače ladícího napětí $\vartheta_a = 10 \text{ až } 55^\circ\text{C}$	$\Delta(U_7 - U_{OA}) \leq 0,5$ $\Delta\vartheta$	mV/K
Saturační napětí spínače napětí pro indikátor $I_{OL} = 55 \text{ mA}$	$U_8 - U_{OL} \leq 1,35$	V
Rozdíl napětí mezi jednotlivými výstupy pro indikátory $I_8, I_{11}, I_{13}, I_{15}$	$\Delta U_{OL} \leq 0,6$	V
Šumová odolnost proti rušení síťovými vlivy $f_{Br} = 50 \text{ Hz}$ $U_{TA1}, U_{TA2}, U_{TA3}, U_{TA4} = 220 \text{ V}$ $U_{TAM} = 220 \text{ V}$	$\Delta U_{N3}, \Delta U_{N4},$ $\Delta U_{N5}, \Delta U_{N6} \leq 8$ $\Delta U_{N3}, \Delta U_{N4},$ $\Delta U_{N5}, \Delta U_{N6} \leq 8$	mV

- 1) Platí v doporučeném zapojení. Napětí se vztahují vůči vývodu 1.
- 2) Definováno vybitím kondenzátoru $1 \mu\text{F}$ přes rezistor $5 \text{ k}\Omega$.
- 3) Dvojice kontaktů senzoru sepnutého senzorem stupně se musí přemostit rezistorem $R_B \leq 35 \text{ M}\Omega$.
- 4) Použije-li se k montáži integrovaného obvodu objímka, smí se zasunout nebo vyjímát obvod jen při vypnutém napájecím napětí.
- 5) U obvodů SAS6600, SAS6700 platí $R_L = 300 \Omega$.

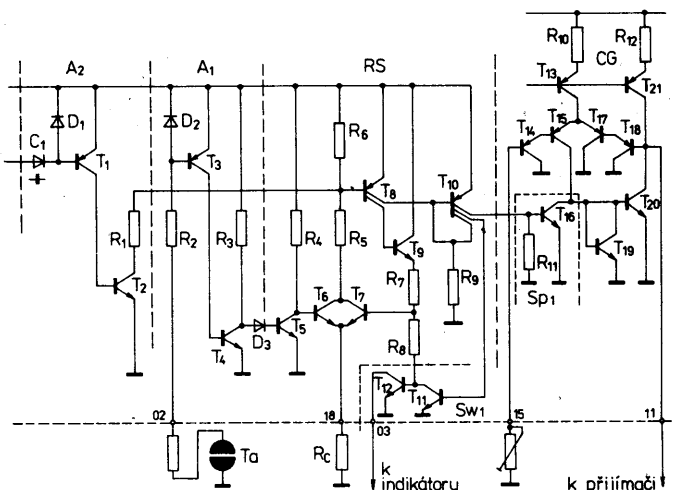
tovostní stav přijímače, v němž má spínač pracovat.

Firma Telefunken electronic vyrábí elek-

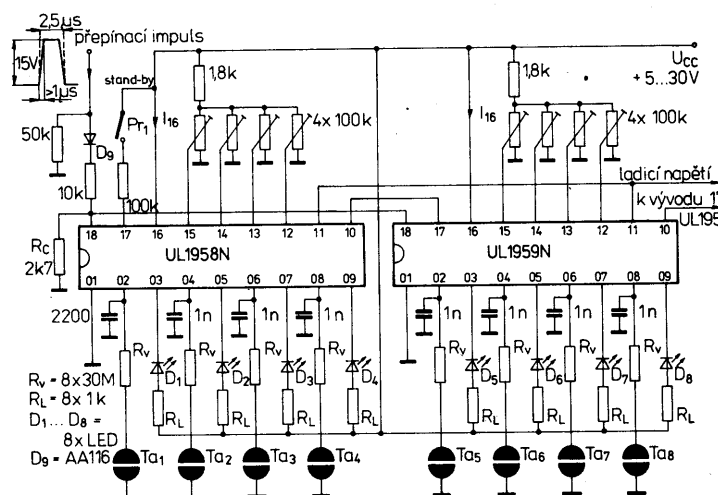
tricky a mechanicky stejné dotekové spínače SAS6610 a SAS6710 s obvody SAS6600 a SAS6700 jako jejich spolehlivější verzi. Jsou určeny k volbě programů nejen v elektronicky laděných rozhlasových a televizních přijímačích, ale i pro elektronické řízení výtahů, kontrolních a zkušebních zařízení a ji-



Obr. 155. Funkční skupinové zapojení dotekových spínačů UL1958N, UL1959N



Obr. 156. Vnitřní elektrické zapojení jedné sekce přepínání obvodu UL1958N



Obr. 157. Základní zapojení spínacích obvodů UL1958N a UL1959N jako senzorový přepínač osmi programů

ných přístrojů. Součástky jsou vhodné pro přístroje napájené zdrojem s můstkovým usměrňovačem přímo z osvětlovací napájecí sítě bez oddělovacího transformátoru. Senzorové vstupy obvodů jsou ošetřeny ochrannými diodami. Funkční skupinové zapojení je shodné s obr. 153, provozní doporučené zapojení podle obr. 154. Elektrické vlastnosti jsou shodné s SAS6600 a SAS6700 podle tabulky 10.

Integrované obvody SAS660, SAS670 vyrábí firma Telefunken electronic, SRN, obvo-

dy SAS6600 a SAS6700 firmy Telefunken electronics a MEV (dříve Tungsram), MLR, obvody SAS6610 a SAS6710 firma Telefunken electronic, SRN.

Bezkontaktní dotekové čtyřkanálové spínače UL1958N a UL1959N

Integrované spínací obvody UL1958N a UL1959N jsou bipolární součástky pro spínání čtyř programových kanálů v elektronicky laděných programových voličích pro televizní a rozhlasové přijímače. Jeden ze čtyř spínacích stupňů obvodu se volí dotekem prstu na příslušnou plošku senzoru, umístěnou na přední straně přijímače. Každý spínací stupeň je vybaven samostatným výstupem pro řízení optoelektrického indikátoru, který trvale indikuje zvolený programový kanál. Ladicí napětí varikapů je vnitřně propojeno na společný výstup. Integrovaný obvod UL1958N je základní součástka, která slouží k volbě prvních čtyř kanálů. Obvod UL1959N slouží pro libovolné rozšíření dotekového spínače vždy o čtyři další kanály. Výrobce obou popsaných obvodů je polský výrobce polovodičových součástek Unitra-CEMI.

Oba integrované dotekové spínače se vyznačují velkou vstupní citlivostí, malým zbytkovým napětím budících výstupů, malou tepelnou závislostí ladicího spínače předvolby, budící výstupy každého kanálu se mohou použít k řízení žárovkového, diodového či doutnavého indikátoru nebo doutnavého číslicového elektronického zobrazovače např. typu ZM1180 apod. Obvody mohou pracovat rovněž ve stavu provozní přípravečnosti, vestavěný kruhový čítač pracuje s kmitočtem do 10 kHz. K provozu obvodů není nutná vnější diodová matice. K napájení se používá pouze jedno kladné napětí doporučené velikosti 30 V.

Funkční skupinové zapojení obou typů obvodů UL1958N, UL1959N je uvedeno na obr. 55. Součástky jsou v plastovém pouzdru LIL-18 s 2× devíti vývody ve dvou řadách. Zapojení vývodů je patrné z funkčního skupinového zapojení. Funkce vývodů: 01 – zemnicí bod; 02, 04, 06, 08 – vstupy pro připojení dotekových senzorů; 03, 05, 07, 09 – výstupy pro buzení indikátorů sepnutého kanálu; 10 – výstup kruhového čítače; 11 – výstup ladicího napětí varikapů; 12, 13, 14, 15 – vstupy pro připojení napětí pro varikapy z potenciometru předvolby; 16 – připojení kladného napájecího napětí; 17 – u obvodu UL1958N: vstup blokovací funkční skupiny, u UL1959N: vstup kruhového čítače; 18 – vstup sekvencčních přepínacích impulsů. Elektrické údaje mezni a charakteristické obou integrovaných obvodů jsou stejné a jsou uvedeny v tabulce 11.

V přijímači nebo jiném elektronickém přístroji, v němž se použije popisovaný elektronický senzorový spínač, se podstatně zvýší stupeň miniaturizace a současně se zlepší spolehlivost provozu. Použité spínače dovolují sekvencční přepínání (funkce přepínače je podobná jako funkce kruhového přepínače), přičemž je počet vnějších součástek omezen na minimum (a to především druhých mechanických dílů). Přepínač umožňuje dálkové ovládání i při přepínání kanálů v pásmu ultrakrátkých vln.

Předvolba přijímaného kanálu v daném pásmu je možná pomocí otočných potenciometrů, kterými se lepší přesností nastavení ladicího napětí. Vnitřní integrované operační zesilovače, které pracují jako napěťové sledovače (oddělovače) dobře oddělují vnější potenciometry, proto není nutné používat přídavných oddělovacích diod.

Integrované obvody se mohou napájet napětím v rozmezí 10 V až 36 V. Prakticky to znamená, že se napájecí napětí může značně zmenšit během klidového provozního

Tab. 11. Elektrické údaje UL1958N, UL1959N

Mezní údaje ($\vartheta_a = +25^\circ\text{C}$)		
Napájecí napětí (bez předřadového odporu)	$U_{CC} (U_{18}) = 10 \text{ až } 36$	V
Napájecí proud ³⁾	$I_{CC} (I_{18}) \leq 15$	mA
Proud výstupu pro buzení indikátoru trvalý	$I_3, I_5, I_7, I_9 \leq 55$	mA
vrcholový, $t \leq 2 \text{ s}$	$I_{3M}, I_{5M}, I_{7M}, I_{9M} \leq 100$	mA
Teplota přechodu	$\vartheta_j \leq 150$	$^\circ\text{C}$
Rozsah pracovních teplot okolí	$\vartheta_a = 0 \text{ až } 70$	$^\circ\text{C}$
Rozsah skladovacích teplot	$\vartheta_{stg} = -40 \text{ až } 125^\circ\text{C}$	
Tepelný odpor přechod-okolí	$R_{thja} \leq 90 \text{ K/W}$	
Charakteristické údaje		
Platí při $\vartheta_a = +25^\circ\text{C}$, $U_{CC} = 30 \text{ V}$, v doporučeném zapojení.		
Napájecí proud při zapnuté sekci	$I_{CC} = \text{jmen. } 7,0; 4,5 \text{ až } 9,5$	mA
při vypnuté sekci	$I_{CC} = \text{jmen. } 5,0; 2,9 \text{ až } 8,5$	mA
Přepínací napětí na vývodu 18		V
$R_K = 2,7 \text{ k}\Omega$, při dotyku tlačítek T_1 až T_8	$U_{18S} = \text{jmen. } 3,7; 3,25 \text{ až } 4,2$	V
Přidržené napětí na vývodu 18 po dotyku tlačítek T_1 až T_8	$U_{18H} = \text{jmen. } 2,9; 2,6 \text{ až } 3,2$	V
Saturační napětí tranzistorů pro buzení indikátorů		V
$R_L = 1 \text{ k}\Omega$	$U_3, U_5, U_7, U_9 \text{ sat} = \text{jmen. } 0,8; \leq 1,5$	V
$R_L = 30 \text{ k}\Omega$	$U_3, U_5, U_7, U_9 \text{ sat} = \text{jmen. } 30; \leq 60$	mV
Průrazné napětí tranzistorů pro buzení indikátorů		V
$I_{CE} = 100 \mu\text{A}$	$U_{(BR)T1}, U_{(BR)T2}, U_{(BR)T3}, U_{(R)T4} \geq 60$	V
$I_{CE} = 5 \mu\text{A}$	$U_{(BR)T1}, U_{(BR)T2}, U_{(BR)T3}, U_{(BR)T4} \geq 50$	V
Rozsah programovacích (ladicích) napětí	$U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15} = 0,3 \text{ až } U_{CC}-2$	V
Vstupní proud programovacích vstupů	$I_{12}, I_{13}, I_{14}, I_{15} = \text{jmen. } 150; \leq 300$	nA
Rozdílové napětí mezi jednotlivými programovacími vstupy a výstupem pro napájení varikapů v kanálovém voliči	$U_{12} - U_{11} = \pm 100$ $U_{13} - U_{11} \leq \pm 100$ $U_{14} - U_{11} \leq \pm 100$ $U_{15} - U_{11} \leq \pm 100$	mV mV mV mV
Vstupní proud spínacího zesilovače pro sepnutí	$I_{12}, I_{14}, I_{16}, I_{18} = \text{jmen. } 80; 20 \text{ až } 200$	nA
Teplotní závislost výstupního napětí pro varikapy v kanálovém voliči $\vartheta_a = +20 \text{ až } +50^\circ\text{C}$	$TKU_{OT} \leq 5$	mV
Vlastnosti přepínacího impulsu		
Přepnutí zpět na kanál 1:		V
Napětí přepínacího impulsu ¹⁾	$U_{18MM} = \text{jmen. } 15$	V
Doba trvání přepínacího impulsu ¹⁾	$t_{p18} \geq 70$	μs
Přepnutí na další stupeň:		V
Napětí přepínacího impulsu ²⁾	$U_{18MM} = \text{jmen. } 15$	V
Doba trvání přepínacího impulsu	$t_{p18} = \text{jmen. } 2,5$	μs
Doba náběhu přepínacího impulsu ²⁾	$t_r \leq 1$	μs
Průrazné napětí Zenerovy diody I_{18} při $U_{CC} = 30 \text{ V} + 3 \text{ V}$	$U_Z = 34 \text{ až } 39$	V

1) Při spínání první sekce. Měřeno mezi spínáním vstupem a vývodem 11.

2) Při přepínání dalších sekcí.

3) Při napájení větším napětím se musí použít předřadný rezistor s příslušně zvoleným odporem.

stavu (během příjmu programu na zvoleném kanálu), kdy je zvolený spínač trvale sepnut a ostatní kanály jsou zablokovány.

Žádané sekce spínače se volí buď dotekem senzorového pole nebo pomocí miniaturního mechanického tlačítka. V obou případech se vytvoří elektrický signál na příslušném vstupu, který sepně nastavené vstupní přepínače napětí a současně přepínací stupeň sepně žádaný kanál. Výstup pro indikátor bude signalizovat zapnutý kanál. Je třeba dodat, že každý integrovaný obvod je vybaven pamětí zvoleného kanálu.

Z funkčního skupinového zapojení (obr. 155) jsou patrné čtyři spínací sekce jako základní funkční skupiny integrovaného

bezkontaktního spínače. Každá sekce má vlastní klopný obvod R-S, který se může spouštět vstupem (vstupním dotekovým senzorem či tlačítkem T_a) přes vstupní zesilovač A_1 nebo A_2 v době sekvencčního přepínání kladnými impulsy, přiváděnými na vstup 18. K tomuto vstupu je paralelně připojen rezistor R_C , společný pro všechny sekce, který tvoří trvalou zátěž vstupu.

Klopný obvod R-S pracuje se dvěma tranzistorovými přepínacími Sp a Sw. Přepínač Sp přepíná ladicí napětí, jehož velikost je pře-

dem nastavena potenciometrem P, na výstup 11. Přepínač Sw přivádí signál na výstup, který je spojen s indikátorem zvolené sekce a voličem vlnového pásma.

U integrovaného obvodu UL1958N je v první sekci použit místo zesilovače A_2 kruhový přepínací obvod So, který je nastaven tak, aby při prvním připojení napájecího napětí samočinně sepnul první sekci přepínače. Integrovaný obvod dále obsahuje pomocné zapojení SB, pomocí něhož se mohouablokovat všechny vstupy (tzv. stav připravenosti) a dále proudový zdroj CG, který spolupracuje s oddělovacím zesilovačem OP právě sepnuté sekce. Obvod UL1958N přednostní spínání první sekce nemá.

Na obr. 156 je znázorněno vnitřní elektrické zapojení jedné sekce přepínacího obvodu UL158N. Zesilovače A_1 a A_2 jsou dvoustupeňové, tvoří je tranzistory T_1 , T_2 a T_3 , T_4 . Zesílení zesilovače A_1 je přitom nastaveno tak, aby bylo možno volit sekci buď pomocí mechanického tlačítka nebo dotekem senzoru T_a . Po volbě jedné ze čtyř sekcí se přivede příslušný impuls na bázi tranzistoru T_6 přes proudový zesilovač, který je vytvořen tranzistory T_3 , T_4 a T_5 . Impuls otevře tranzistor T_6 a T_8 (klopný obvod se překlopí). Tranzistor T_9 se rovněž vybudí, T_7 se stane vodivým, výsledkem toho je stabilní stav klopného obvodu.

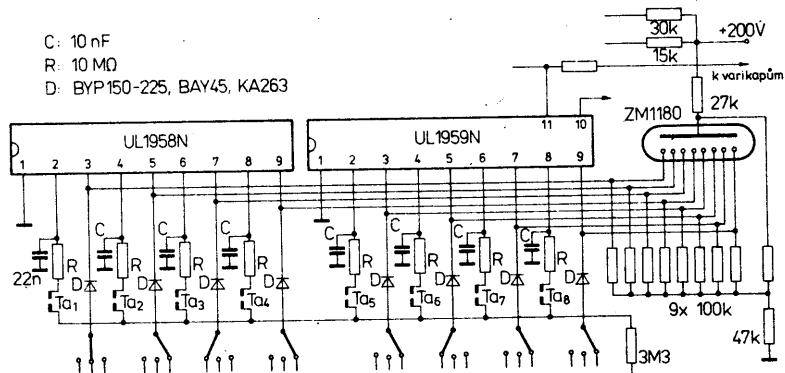
Klopný obvod sepne do pracovního stavu rovněž působením signálu ze zesilovače A_2 . Tento zesilovač je řízen z výstupu předchozího klopného obvodu. Využívá se v době sekvenčního přepínání sekcí.

Spuštění klopného obvodu a otevření tranzistoru T_8 a sériově zapojeného tranzistoru T_9 způsobí vybuzení tranzistoru T_{12} a následné sepnutí indikátoru Sw, signalizujícího sepnutí zvolené programové sekce. Během činnosti přepínače páměs se náhle zvýší proud protékající klopným obvodem R-S sepnuté sekce, který způsobí zvětšení napětí na rezistoru R_C . Toto náhlé zvětšení napětí má za následek vypnutí dříve sepnuté sekce.

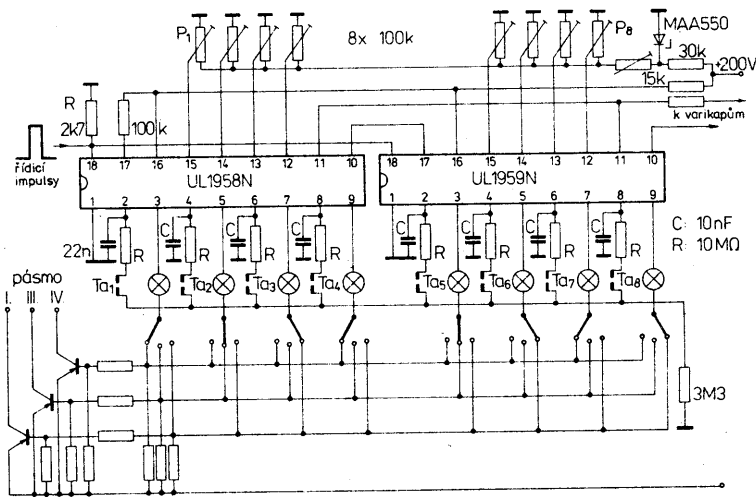
Napěťový sledovač, složený z tranzistorů T_{13} až T_{21} , tvoří operační zesilovač se zápornou zpětnou vazbou. Napětí na výstupu zesilovače, jež se rovná napětí na jeho vstupu, se používá pro předpětí kapacitních diod v ladicí části televizního či rozhlasového přijímače. Velikost tohoto napětí se může měnit potenciometrem P, čímž se přijímač přeladuje v rámci jednoho vlnového pásma. Výstupy všech čtyř sledovačů jsou uvnitř obvodu propojeny přes přepínače Sp a pak společně vyvedeny na vývod 11. Darlingtonovo zapojení tranzistorů T_{14} , T_{15} a T_{17} , T_{18} je zvoleno pro zvětšení vstupního odporu sledovače.

Na obr. 157 je naznačen způsob zapojení integrovaných obvodů UL1958A a UL1959N ve funkci osmikanálového senzorového spínače. Integrovaný obvod UL1958N může pracovat samostatně jako čtyřkanálový spínač, UL1959N samostatně pracovat nemůže, jeho činnost je možná pouze jako doplňková k obvodu UL1958N. Po připojení napájecího napětí k vývodu 16 přepínací obvod SO v obvodu UL1958N přednostně sepne první programovou sekci. Ladící napětí, nastavené potenciometrem P₁, se z vývodu 15 dostává přes sepnutý přepínač sekce na vývod 11. Současně je sepnut rovněž výstup pro připojení indikátoru (vývod 03).

Zvolená programová sekce zůstává trvale zapnutá, což zajišťuje blokovací zapojení SB integrované v obvodu UL1958N, které blokuje výběr jiné sekce. Změna programové sekce je možná teprve po sepnutí spínače S.



Obr. 158. Typické zapojení osmikanálového spínače s obvody UL1958N a UL1959N pro volbu jednoho televizního programu, indikace volby je provedena doutnavou číslicovou výbojkou



Obr. 159. Zapojení osmikanálového dotekového spínače s obvody UL1958N a UL1959N a indikací žárovkou nebo světelnou diodou

Při sekvenčním přepínání se přivádějí příslušné impulsy na vývod 18 integrovaného obvodu. Přepnutí na následující programovou sekci se provádí pomocí impulsu s amplitudou 15 V, jehož doba nárůstu je nejvýše 1 μ s a doba trvání 2,5 μ s.

Typické zapojení obvodů UL1958N a UL1959N pro volbu jednoho z osmi programových kanálů v televizním přijímači je na obr. 158. Každá sekce přepínače se může pomoci vhodného přepínače pásma použít k volbě kteréhokoliv televizního kanálu v pásmu I. až V. Zvolenou sekci přepínače indikuje číslovka doutnává výbojka typu Nixie (např. ZM1182). Sekvenční přepínání z jedné sekce na druhou se provádí kladnými impulsy přiváděnými na vývod 18 integrovaného obvodu.

Příklad typického zapojení osmikanálového detekového spínače, pracujícího se žárovkovými indikátory nebo luminiscenčními diodami, je uveden na obr. 159. Indikátory jsou připojeny sériově s přepínací pásem, takže diody použité v zapojení podle obr. 158 nejsou potřebné.

Zajímavé zapojení elektronického detektoru přepínače programů, který je použit v rozhlasovém přijímači typu RPY 500 Hi-Fi firmy Grundig, je na obr. 160. V přepínači je použito jednoho obvodu UL1598N a dvou UL1599N, které slouží k volbě jednoho z deseti programů v pásmu dlouhých, středních a velmi krátkých vln. Číslo zvoleného programu signalizuje jedna z deseti žárovek, vlnový rozsah jedna ze tří elektroluminiscenčních diod. Po sepnutí jednoho z tlačítek 2, 4, 6, 8 se sepnou příslušný vybraný program. Na výstupu 11 integrovaného obvodu je k dispozici stejnosměrné napětí, jehož velikost je nastavena příslušným potenciometrem. Současně se rozsvítí žárovka signali-

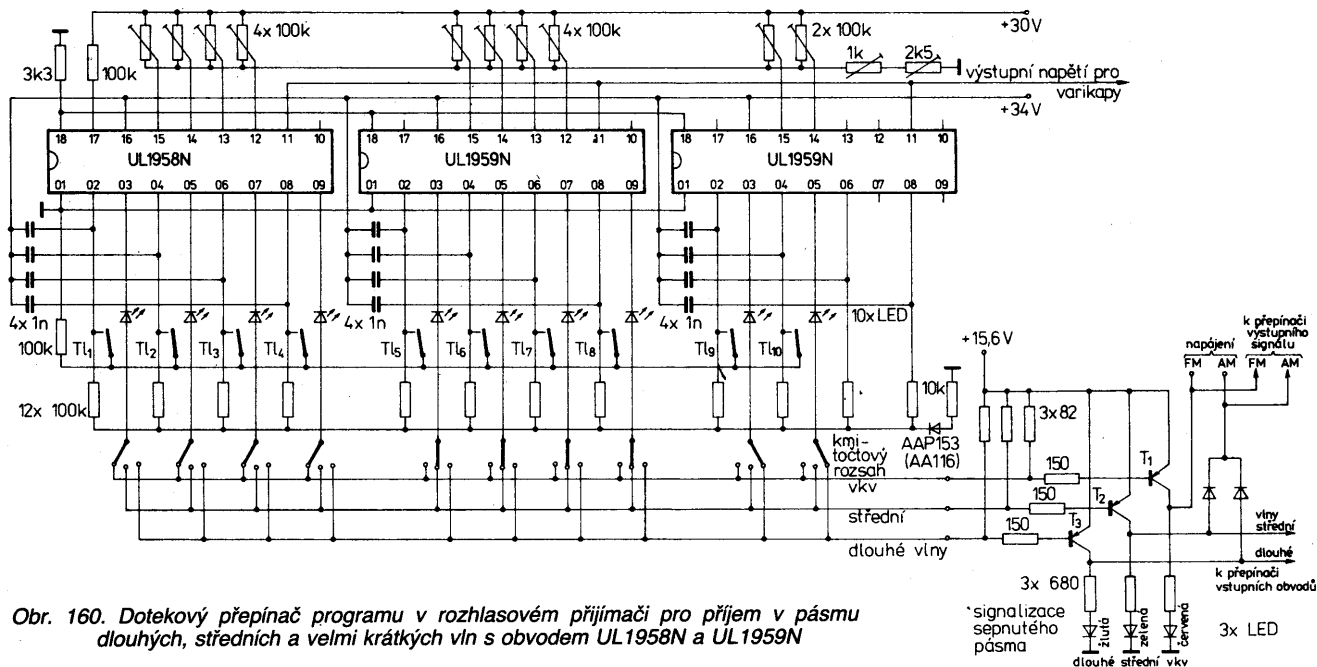
zující číslo zvoleného programu. K výběru vlnového rozsahu slouží třípolohové přepínače, které se nacházejí v obvodech se žárovkami. Těmito přepínači se spínají tranzistory T_1 , T_2 a T_3 , které budí diody LED signalizující zapnutý vlnový rozsah.

Signalizace čísla zvolené programové sekce se může realizovat též pomocí sedmissegmentového číslicového zobrazovače LED v zapojení podle obr. 161. Sepnutí zvolené programové sekce způsobí vznik logického signálu s úrovní 1, který se přivádí na vstupy logických členů NAND dvou integrovaných obvodů MH7420, které plní funkci dekodéru a převádějí kód 1 z osmi na kód sedmissegmentového zobrazovače 8 4 2 1.

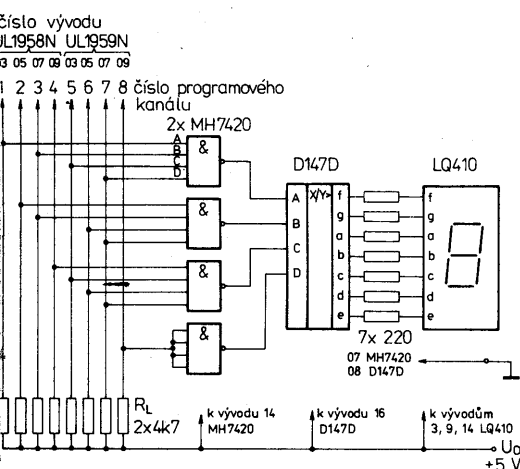
Informace, udávající číslo sepnuté sekce v kódu 8 4 2 1 se přivádí na vstupy A, B, C D obvodu D147D, který řídí jednotlivé segmenty zobrazovače LED tak, aby rozsvícená číslíčka odpovídala číslu zvoleného kanálu. Popsané zapojení v podstatě navazuje na zapojení podle obr. 157, kde jsou použity rezistory R_L ve vývodech 03, 05, 07, 09 stejné velikosti (4,7 k Ω).

Popsaný způsob signalizace zvoleného kanálu číslicovým zobrazovačem LED je jedním z řady různých možností signalizace ve spojení s integrovanými obvody senzorových spínačů. Proti zapojení na obr. 158 má tento způsob přednost v jednoduchosti zapojení a možnosti nákupu dostupných součástek na tuzemském trhu (plynem plněné výbojky typu ZM1182 jsou spíš jen výjimečné v prodeji). Místo dvou integrovaných obvodů MH7420 se může použít jeden obvod SN74147N, který plní stejnou funkci jako obvody MH7420. Uvedený obvod se však na našem trhu nevyskytuje.

U jednoduššího indikátoru čtyř přijímaných televizních kanálů, který pracuje s ob-



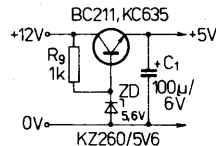
Obr. 160. Dotekový přepínač programu v rozhlasovém přijímači pro příjem v pásmu dlouhých, středních a velmi krátkých vln s obvodem UL1958N a UL1959N



Obr. 161. Zapojení indikátoru zvoleného programu sedmisegmentovým zobrazovačem se světelnými diodami ve spojení s dotekovým čtyřkanalovým spínačem UL1958N

být typu LQ410 nebo jakýkoliv jiný zobrazovač se společně vyvedenou anodou (zobrazovač se řídí v katodách jednotlivých segmentů). Obvod se napájí kladným napětím 5 V.

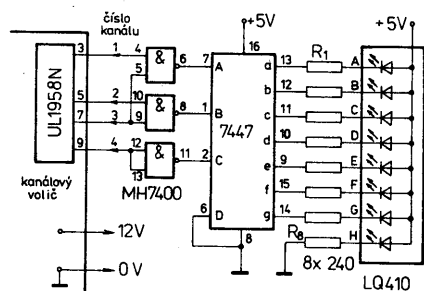
Pokud v přijímači není možnost odběru napájecího napětí 5 V, může se použít převážně používané napětí 12 V, které se upraví stabilizačním obvodem podle obr. 163.



Obr. 163. Stabilizovaný napájecí zdroj s výstupním napětím +5 V pro napájení zobrazovače LED

Toto jednoduché zapojení využívá n-p-n tranzistoru BC211 (může se použít jakýkoliv jiný tranzistor se středním ztrátovým výkonem okolo 1 W, např. KC635 Tesla). V obvodu báze je vložena Zenerova dioda s napětím 5,6 V, která udržuje na výstupu stabilizátoru napětí 5 V. Pokud je v přijímači rozvod napájecího napětí jiné velikosti, je snadné stabilizační zapojení upravit změnou Zenerovy diody s jiným napětím na výstupních 5 V.

Ke zhotovení popsaného zapojení indikátoru podle obr. 162 se může použít malá deska s plošnými spoji podle obr. 164a, na které jsou umístěny všechny použité součástky včetně stabilizátoru napětí mimo číselný zobrazovač LQ410, který je umístěn na čelní straně přijímače a spojen s deskou plošných spojů osmipramenným kabelem



nebo plochým vodičem. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 164b.

U obou integrovaných obvodů nejsou využity všechny vývody logických členů. Nevyužité vstupy a výstup dekodéru MH7420 se musí připojit přes rezistory 4,7 kΩ ke kladnému pólu napájecího napětí. Po připojení napájecího napětí k hotovému zobrazovači, který je již spojen s obvodem dotekového spínače UL1958N se musí rozsvítit číslice, která odpovídá zvolenému programovému kanálu.

Integrované obvody UL1958N a UL1959N jsou dobrou elektronickou a mechanickou obdobou bezkontaktních spínacích obvodů firmy Siemens SAS580 a SAS590.

Bezkontaktní dotekové spínače SAS580, SAS590

Bipolární bezkontaktní dotekové spínače čtyř kanálů SAS580, SAS590 jsou určeny pro přepínání vlnových pásem v kanálových voličích televizních a rozhlasových přijímačů. Dotykem prstu na senzorovou dotekovou plochu se zvolí jeden ze čtyř volitelných kanálů. Každý kanál je vybaven vlastním výstupem pro indikaci stavu jeho zvolení. Ladicí napětí pro varikapy se vnitřně propojuje na společný výstup. Integrovaný obvod SAS580 je základní součástka pro volbu prvních čtyř kanálů. Počet volitelných kanálů je možné rozšířit vždy o další čtyři kanály připojením integrovaného obvodu SAS590.

Integrované obvody SAS580 a SAS590 se vyznačují velkou vstupní citlivostí, malým zbytkovým napětím budících výstupů, spínač ladicího napětí je jen málo citlivý na teplotu v provozu. Budící výstupy mohou budit žárovkové, diodové, doutnavkové indikátory nebo plynové číslicové výbojky. V zapojení jako kruhový čítač činí kruhový kmitočet max. 10 kHz. Obvody dovolují provoz ve stavu provozní připravenosti. K provozu spínacích obvodů postačuje pouze jedno napájecí napětí, vnější diodová matice není potřebná.

Oba integrované obvody SAS580 a SAS590 jsou v plastovém pouzdru DIP-18 s 2× devíti vývody ve dvou řadách v rastru 2,54 mm a odstupem řad vývodů 7,6 mm. Funkce vývodů je stejná jako vývodů spínačů UL1958N a UL1959N. Elektrické údaje jsou v tabulce 12.

Funkční skupinové zapojení obvodů SAS580 a SAS590 je na společném obr. 155. Funkce celého obvodu je obdobná jako u polských spínačů UL1958N a UL1959N. Po připojení napájecího napětí U_{16} k obvodu SAS580 se sepnou vždy kanál 1, tzn. ladicí napětí z vývodu 15 se vnitřně propojí na vývod 11, indikační žárovka se na vývodu 3 vybudí a rozsvítí. Změnu kanálu způsobuje přebití zatěžovacího kondenzátoru, který je připojen k vývodu 11, proud přibližně $\pm 50 \mu A$.

Stav provozní připravenosti je dán napětím U_7 maximálně 0,7 V, tzn. při volbě libovolného kanálu při tomto napětí zůstává původně sepnutý kanál zachován. Volba nového kanálu není možná. Nově volený kanál se musí znovu projevit po sepnutí spínače P_1 . Doporučené provozní zapojení dotekových spínačů je stejné se zapojením na obr. 157.

Bezkontaktní dotekové spínače SAS560S, SAS570S

Bipolární integrované obvody SAS560S, SAS570S jsou bezkontaktní dotekové spínače pro volbu jednoho ze čtyř kanálů, dotekem na senzorové plošky připojené ke vstupním obvodům. Každý spínací stupeň má vý-

Tab. 12. Elektrické údaje dotekových spínačů SAS580, SAS590

Mezní údaje		
Napájecí napětí (bez přednádného rezistoru)	$U_{16} \leq 36$	V
Spotřeba napájecího proudu při napájení vyšším napětím přes přednádný rezistor	$I_{16} \leq 15$	mA
Výstupní proud budičů	$I_3, I_5, I_7, I_9 \leq 55$	mA
$t \leq 2s$	$I_3, I_5, I_7, I_9 \leq 100$	mA
Teplota přechodu	$\theta_j \leq 150$	°C
Rozsah skladovací teploty	$\theta_{stg} = -40 \text{ až } +125$	°C
Teplotní odpor systém-okolí	$R_{thsa} \leq 90$	K/W
Doporučené provozní údaje		
Napájecí napětí	$U_{16} = 10 \text{ až } 36$	V
Teplota okolí v provozu	$\theta_a = 0 \text{ až } 70$	°C
Charakteristické údaje		
Platí při $U_{16} = 30 \text{ V}$, $\theta_a = 25 \text{ °C}$, není-li uvedeno jinak.		
Spotřeba napájecího proudu sepnutý kanál	$I_{16} = \text{jmen. } 7,0; 4,5 \text{ až } 9,5$	mA
nesepnutý kanál	$I_{16} = \text{jmen. } 5,0; 2,9 \text{ až } 8,5$	mA
Přepínací napětí při doteku tlačítek T_{11} až T_{16}	$U_{18S} = \text{jmen. } 3,7; 3,25 \text{ až } 4,2$	V
Přidržené napětí po doteku tlačítek T_{11} až T_{16}	$U_{18H} = \text{jmen. } 2,9; 2,6 \text{ až } 3,2$	V
Saturační napětí budiče žárovky $R_L = 1 \text{ k}\Omega$	$U_3, U_5, U_7, U_9 = \text{jmen. } 0,8; \leq 1,5$	V
$R_L = 30 \text{ k}\Omega$	$U_3, U_5, U_7, U_9 = \text{jmen. } 30; \leq 60$	mV
Závěrné napětí budiče žárovky $I_{zav} = 100 \mu A$	$U_3, U_5, U_7, U_9 \geq 60$	V
$I_{zav} = 5 \mu A$	$U_3, U_5, U_7, U_9 \geq 50$	V
Ladicí napětí sepnuté	$U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15} = 0,3 \text{ až } U_{16} - 2$	V
Vstupní proud ladicích vstupů	$I_{12}, I_{13}, I_{14}, I_{15} = \text{jmen. } 150; \leq 300$	nA
Napětí nesymetrie ladicího spínače ¹⁾	$U_{12/11}, U_{13/11} \leq \pm 100$	mV
	$U_{14/11}, U_{15/11} \leq \pm 100$	mV
Teplotná závislost ladicího spínače $\theta_a = 20 \text{ až } 50 \text{ °C}$	$U_T \leq 5$	mV
Vnitřní odpor výstupu ladění $I_{11} \leq \pm 30 \mu A$	$R_{011} = \text{jmen. } 3$	kΩ
Vstupní proud spínacího zesilovače pro přepnutí	$I_2, I_4, I_6, I_8 = \text{jmen. } 80; 20 \text{ až } 200$	nA
Vstupní prahové napětí spínacího zesilovače $I_2, I_4, I_6, I_8 = 80 \text{ nA}$	$U_2, U_4, U_6, U_8 = \text{jmen. } 5,5$	V
Kmitočet postupného spínání kruhového čítače....	$f = \text{jmen. } 10$	kHz
Přepnutí zpět na kanál 1: napětí spínacího impulsu	$U_{SI 18} = \text{jmen. } 15$	V
doba spínacího impulsu	$t_{SI 18} \geq 70$	μs
doba vzestupné hrany spínacího impulsu	$t_{SI LH 18} \leq 1$	μs
Přepnutí na následující kanál: napětí spínacího impulsu	$U_{SI 18} = \text{jmen. } 15$	V
doba spínacího impulsu	$t_{SI 18} = \text{jmen. } 2,5$	μs
doba vzestupné hrany spínacího impulsu	$t_{SI HL 18} \leq 1$	μs
Charakteristické údaje Zenerovy diody		
Zenerovo napětí $I_6 (30 \text{ V}) + 3 \text{ mA}$	$U_Z + 34 \text{ až } 39$	V

1) Měřeno mezi sestupným vstupem a vývodem 11.

stup ladění a výstup pro optickou indikaci zvoleného kanálu. Velká vstupní citlivost každého kanálu dovoluje použití v rozhlasových nebo televizních přijímačích, napájených přímo ze sítě bez oddělovacího transformátoru. Pro zvětšení počtu spínacích kanálů se může spojit několik integrovaných obvodů.

Integrované obvody SAS560S, SAS570S jsou v plastovém pouzdru DIL-16 s 2× osmi vývody v rastru 2,54 mm ve dvou řadách s odstupem řad vývodů 7,6 mm. Funkce vývodů: 1 – zemnicí bod; 2 – vývod pro funkční propojení několika obvodů SAS560S, SAS570S; 3, 4, 5, 6 – vývody pro připojení regulačních potenciometrů kanálů 4, 3, 2, 1; 7 – přístroj kladného napájecího napětí U_7 ; 8 – připoj kladného napájecího napětí U_8 ; 9, 11, 13, 15 – výstup kanálu 1, 2,

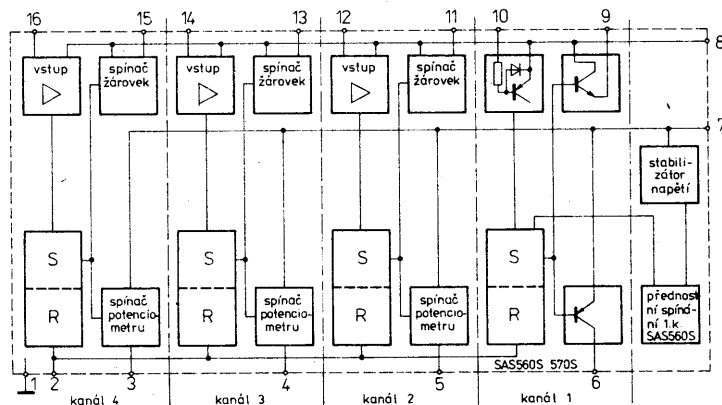
3, 4; pro připojení indikační světelné diody nebo žárovky volby pásma; 10, 12, 14, 16 – vstupy pro připojení senzorových ploch kanálů 1, 2, 3, 4. Elektrické údaje obou spínacích obvodů jsou v tabulce 13.

Funkční skupinové zapojení obou integrovaných obvodů je na obr. 165. Spínací kanály jsou na sobě zcela nezávislé. Vnitřní zdroj stabilizovaného napětí dodává napájecí napětí pro všechny stupně, proto může obvod pracovat s napájecím napětím v širokém rozsahu od 5 V do 25 V. Obvod SAS560S spíná samočinně pro připojení napájecího napětí U_7 vždy první kanál, obvod SAS570S po připojení napětí U_7 nespíná žádný kanál. Při současném doteku několika senzorových plošek zůstane zapnut pouze jeden kanál. Platí to i pro několik spojených integrovaných obvodů. Po odpojení napětí U_8

Tab. 13. Elektrické údaje dotekových spínačů SAS560S, SAS570S

Mezní údaje		
Napájecí napětí 1 ¹⁾	$U_7 \leq 36$	V
Napájecí napětí 2 ¹⁾	$U_8 \leq 26,5$	V
Napětí vývodu 2	$U_2 \leq 6$	V
Budicí proud $t \leq 2$ s	$I_9, I_{11}, I_{13}, I_{15} \leq 55$ $I_9, I_{11}, I_{13}, I_{15} \leq 100$	mA
Ladící proud $t \leq 2$ s	$I_3, I_4, I_5, I_6 \leq 1,5$ $I_3, I_4, I_5, I_6 \leq 10$	mA
Teplota přechodu	$\vartheta_j \leq 150$	°C
Teplota při skladování	$\vartheta_{stg} = -40$ až $+125$	°C
Teplotní odpor systém-okolí	$R_{thsa} \leq 120$	K/W
Doporučené provozní údaje		
Napájecí napětí 1	$U_7 = 11$ až 35	V
Napájecí napětí 2	$U_8 = 5$ až 25	V
Teplota okolí v provozu	$\vartheta_a = 0$ až 70	°C
Charakteristické údaje		
Platí při $U_7 = 33$ V, $U_8 = 12$ V, $\vartheta_a = 25$ °C		
Napětí na vývodu 2 $R_K = 15$ k Ω při doteku tlačítek po doteku tlačítek	$U_{2/1} = \text{jmen. } 4,7; 4,2 \text{ až } 5,5$ $U_{2/1} = \text{jmen. } 3,2; 2,6 \text{ až } 3,7$	V
Saturační napětí budicího výstupu	$U_{15/8}, U_{13/8} = \text{jmen. } 0,9; \leq 1,5$ $U_{11/8}, U_{9/8} = \text{jmen. } 0,9; \leq 1,5$	V
Saturační napětí výstupů ladícího napětí	$U_{3/7}, U_{4/7} = \text{jmen. } 0,15; \leq 0,5$ $U_{5/7}, U_{6/7} = \text{jmen. } 0,15; \leq 0,5$	V
Teplotní závislost saturačního napětí ladících výstupů $\vartheta_a = 25$ až 55 °C	$U_{3/7}, U_{4/7} \leq \text{jmen. } 0,3; \leq 1,0$ $U_{5/7}, U_{6/7} \leq \text{jmen. } 0,3; \leq 1,0$	mV/K
Spotřeba zatěžovacího proudu bez zátěže	$I_7 = \text{jmen. } 1,4; 0,5 \text{ až } 2,1$	mA
Spotřeba zatěžovacího proudu během ladění	$I_7 = \text{jmen. } 4,3; 3,15 \text{ až } 5,35$	mA
Spotřeba zatěžovacího proudu po naladění	$I_7 = \text{jmen. } 4,7; 3,4 \text{ až } 5,75$	mA
Vstupní proud	$I_{10}, I_{12} = \text{jmen. } 100; \leq 300$ $I_{14}, I_{16} = \text{jmen. } 100; \leq 300$	nA
Závěrný proud budicího výstupu	$I_9, I_{11} \leq 10$ $I_{13}, I_{15} \leq 10$	μ A
Závěrný proud výstupu ladícího napětí	$I_3, I_4, I_5, I_6 \leq 1$	μ A

1) Napětí se vztahuje vůči zemnicímu vývodu.

2) Po současně volbě více než jednoho kanálu se sepne pouze jeden kanál. Po vypnutí napětí U_8 je poslední volený kanál uložen v paměti obvodu tak dlouho, pokud je připojeno napájecí napětí U_7 .3) U obvodu SAS560S platí: Po zapnutí napájecího napětí U_7 sepne automaticky kanál 1 (výstupy 6 a 9).

Obr. 165. Funkční skupinové zapojení dotekového spínače SAS560S, SAS570S

zůstává uložen v paměti obvodu poslední zvolený kanál, pokud působí na obvod napájecí napětí U_7 .

Funkce několika spojených obvodů je možná pouze tehdy, je-li jako první použit obvod SAS560S. Propojením obvodu SAS570S se může rozšířit počet volitelných spínačích kanálů vždy po čtyřech. U všech obvodů se musí propojit vývod 2, kterým se zajistí funkční schopnost spínání spojených

spínačů. Budicí výstupy 9, 11, 13 a 15 se mohou zatěžovat proudem až 55 mA, který postačuje k vybuzení připojené indikační žárovky nebo diody LED pro indikaci sepnutého stavu. Doporučené provozní zapojení obvodů SAS560S a SAS570S jako spínač jednoho z osmi kanálů je uvedeno na obr. 166.

Výrobce integrovaných obvodů SAS560S, SAS570S je rumunský výrobce

IPRS, Beneasa, a firma Siemens, SRN.

Bezkontaktní dotekové spínače SAS6800, SAS6804

Bipolární integrované obvody SAS6800 sdružují pět navzájem zcela nezávislých spínačích stupňů, které se bezkontaktně volí dotekem prstu a plošky senzorů. Po každém aktivování mění spínače stav svých výstupů. Spínače jsou vhodné pro spínání některých funkcí v rozhlasových přijímačích jako např. spínání filtru proti rušení, automatické řízení hlasitosti, řízení výšek a hloubek přenášejících signálů apod. Všechny spínací stupně jsou na sobě nezávislé a mohou se samostatně zapínat a vypínat. Spínače se vyznačují velkou vstupní citlivostí, výstupy spínačů se mohou zatěžovat proudem až do 35 mA, ve stavu provozní připravenosti zůstává uložen v paměti poslední spínací stav. Dotekové spínače SAS6804 mají stejné vlastnosti jako SAS6800, rozdíl spočívá pouze ve zmenšeném počtu spínaných stupňů na čtyři.

Integrované obvody SAS6800 jsou v plastovém pouzdru DIL-18 s $2 \times$ devíti vývody, SAS6804 v plastovém pouzdru DIL-16 s $2 \times$ osmi vývody v rastru 2,54 mm a odstupem řad vývodů 7,6 mm. Funkce vývodů:

SAS6800: 1 – zemnicí bod; 2, 3, 4, 5 a 6 – vstupy pro připojení senzorů pro spínací kanály 1, 2, 3, 4 a 5; 7 – přípoj kladného napájecího napětí U_7 (U_{CC1}); 8 – přípoj kladného napájecího napětí U_8 (U_{CC2}); 9, 10 – výstup kanálu 5; 11, 12 – výstup kanálu 4; 13, 14 – výstup kanálu 3; 15, 16 – výstup kanálu 4; 17, 18 – výstup kanálu 1.

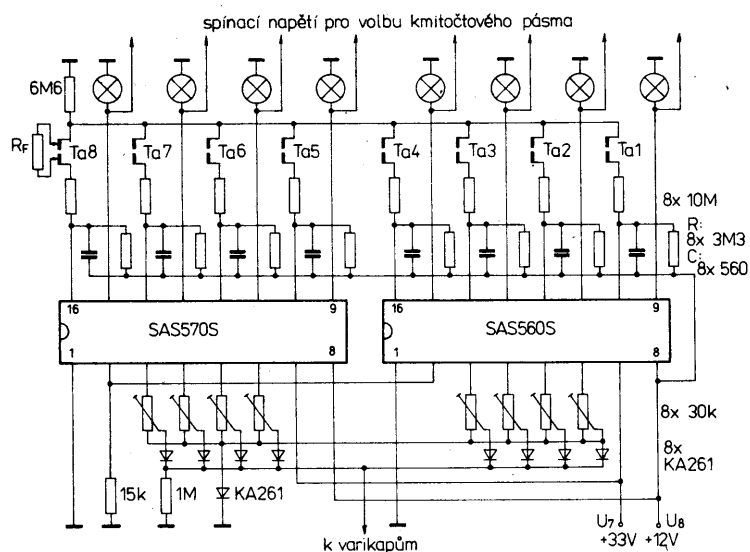
SAS6804: 1 – zemnicí bod; 2, 3, 4, 5 – vstupy pro připojení senzorů pro spínací kanály 1, 2, 3, 4; 6 – volný vývod; 7 – přípoj kladného napájecího napětí U_7 (U_{CC1}); 8 – přípoj kladného napájecího napětí U_8 (U_{CC2}); 9, 10 – výstup kanálu 4; 11, 12 – výstup kanálu 3; 13, 14 – výstup kanálu 2; 15, 16 – výstup kanálu 1. Elektrické údaje obou obvodů jsou obsaženy v tabulce 14.

Funkční skupinové zapojení obvodů SAS6800 je na obr. 167, obvodu SAS6804 na obr. 168. Po připojení napájecího napětí U_{CC1} se okamžitě aktivují výstupy přímým výstupem Q klopného obvodu. Všechny vstupy jsou uzavřeny, pokud je napájecí napětí U_{CC2} menší než 2 V. Napájecí napětí U_{CC2} nemá žádný vliv na úroveň výstupů. Po odpojení a opětovném zapnutí napájecího napětí U_{CC2} (pohotovostní stav) se opět nastaví předchozí zvolený stav. Vnitřní stabilizátor napětí dodává stabilizované napětí všem stupňům obvodu, který se proto může napájet napětím v širokém rozsahu od 10 do 30 V.

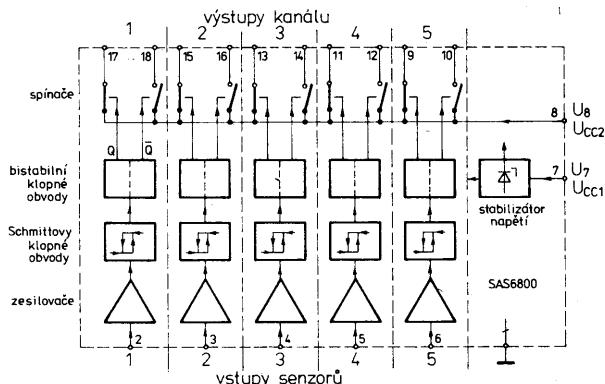
Vstupní zesilovače zesilují impulsy z dotekových senzorů. Výstupní signál z každého zesilovače prochází samostatnými Schmittovými klopnými obvody, které slouží ke spolehlivému sepnutí každého kanálu tím, že propustí pouze jediný spínací impuls v případě nedokonalého doteku senzoru. V cestě spínacího impulsu je zařazen bistabilní klopný obvod, jehož přímý výstup Q a negovaný výstup \bar{Q} řídí po dvou výstupních spínacích zesilovačích, které mohou přímo budit připojené světelné diody jako optické zobrazovače. Po doteku vstupu senzoru se aktivuje buď výstup Q nebo \bar{Q} . Pomocné vnitřní zapojení slouží k definování počátečního stavu po připojení napájecího napětí. Uživatel může vnějším zapojením volně volit žádaný sled spínání. Doporučené provozní zapojení obvodu SAS6800 s pěti

Tab. 14. Elektrické údaje dotekového spínače SAS6800, SAS6804

Mezní údaje		
Napájecí napětí 1	$U_7 \leq 20$	V
Napájecí napětí 2	$U_8 \leq 33$	V
Vstupní napětí vstupů 2, 3, 4, 5	$U_2 \text{ až } U_5 \leq U_8 + 5$	V
Vstupní proud vstupů 2, 3, 4, 5	$I_2 \text{ až } I_5 \leq 0,5$	mA
Výstupní proud	$-I_Q \leq 35$	mA
Teplota přechodu	$\vartheta_j \leq 150$	°C
Rozsah skladovací teploty	$\vartheta_{stg} = -40 \text{ až } +125$	°C
Tepelný odpor systém-okolí	$R_{thsa} \leq 90$	°C
Doporučené provozní údaje		
Napájecí napětí 1	$U_7 = 5 \text{ až } 18$	V
Napájecí napětí 2	$U_8 = 10 \text{ až } 30$	V
Teplota okolí v provozu	$\vartheta_a = 0 \text{ až } 70$	°C
Charakteristické údaje		
Platí při $U_7 = 12 \text{ V}$, $U_8 = 30 \text{ V}$, $\vartheta_a = 25 \text{ °C}$		
Spotřeba napájecího proudu 1	$I_7 = \text{jmen. } 13; \leq 18$	mA
Spotřeba napájecího proudu 2 bez zatěžovacího proudu	$I_8 \leq 16$	mA
Saturační napětí výstupů vztaheno k napětí U_8	$U_Q = \text{jmen. } 1,8; \leq 2,4$	V
Závěrný proud výstupů	$-I_Q = \text{jmen. } 1,0; \leq 50$	μA
Vstupní proud spínacího zesilovače pro přepnutí	$-I_{2/3} = \text{jmen. } 200; \leq 400$	nA



Obr. 166. Doporučené provozní zapojení osmikanálového dotekového spínače s obvody SAS560S a SAS570S



Obr. 167. Funkční skupinové zapojení dotekového spínače SAS6800

spínacími kanály je uvedeno na obr. 169. Prakticky totéž zapojení platí pro použití obvodu SAS6804 se čtyřmi spínacími kanály, respektují-li se vlastnosti jednotlivých vývodů.

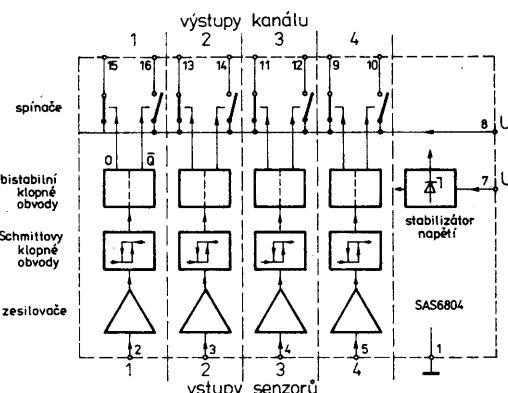
Integrované obvody SAS6800 vyrábějí podnik Siemens, SRN, a rumunský výrobce IPRS, Beneasa, obvody SAS6804 pouze IPRS, Beneasa.

Bezkontaktní dotekový spínač SAS6810

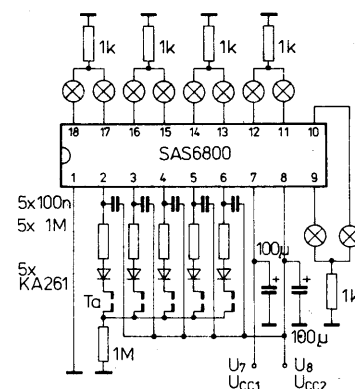
Bipolární integrovaný obvod SAS6810 je konstrukčně odvozen od základního obvodu SAS6800. Obsahuje pouze jeden spínací stupeň, který se aktivuje dotekem prstu na senzorové plošce, připojené ke vstupu obvodu. Při každém aktivování obvodu dotekem prstu se mění stav výstupů. Obvod SAS6810 je vhodný pro použití v rozhlasových přijímačích, kde mohou zapínat a vypínat jednu funkci, např. šumový filtr nebo automatické řízení zesílení apod.

Integrovaný obvod SAS6810 je v plastovém pouzdru DIL-6 s 2x třemi vývody v ras-tru 2,54 mm ve dvou řadách s odstupem řad 7,6 mm. Funkce vývod: 1 – výstup Q; 2 – zemnicí bod; 3 – vstup pro připojení dotekového senzoru; 4 – připoj kladného napájecího napětí U_4 (U_{CC1}); 5 – připoj kladného napájecího napětí U_5 (U_{CC2}); 6 – výstup Q. Elektrické údaje tohoto obvodu jsou v tabulce 15.

Funkční skupinové zapojení obvodu SAS6810 je na obr. 170, doporučené provozní zapojení na obr. 171. Popis funkce obvodu je shodný se základním obvodem SAS6800. Výrobce popsaného obvodu je firma Siemens, SRN.



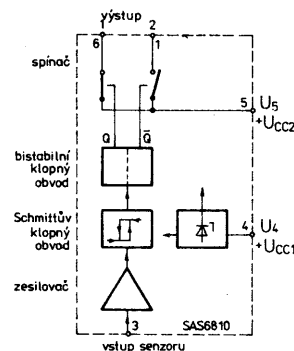
Obr. 168. Funkční skupinové zapojení dotekového spínače SAS6804



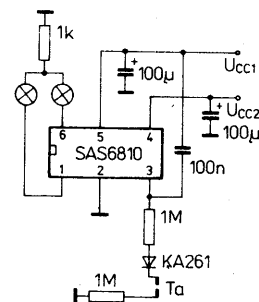
Obr. 169. Doporučené provozní zapojení pětikanálového dotekového spínače s obvodem SAS6800

Tab. 15. Elektrické údaje dotekového spínače SAS6810

Mezní údaje		
Napájecí napětí 1	$U_4 \leq 20$	V
Napájecí napětí 2	$U_5 \leq 33$	V
Vstupní napětí	$U_3 \leq U_5 + 5$	V
Vstupní proud	$I_3 \leq 0,5$	mA
Výstupní proud	$-I_0 \leq 35$	mA
Teplota přechodu	$\theta_j \leq 150$	°C
Rozsah skladovací teploty	$\theta_{stg} = -40 \text{ až } +125$	°C
Teplotní odpor systém-okolí	$R_{thsa} \leq 120$	K/W
Doporučené provozní údaje		
Napájecí napětí 1	$U_4 = 5 \text{ až } 18$	V
Napájecí napětí 2	$U_5 = 10 \text{ až } 30$	V
Teplota okolí v provozu	$\theta_a = 0 \text{ až } 70$	°C
Charakteristické údaje		
Platí při $U_4 = 12 \text{ V}$, $U_5 = 30 \text{ V}$, $\theta_a = 25 \text{ °C}$		
Spotřeba napájecího proudu 1	$I_4 = \text{jmen. } 3,5; \leq 5$	mA
Spotřeba napájecího proudu 2 bez zatěžovacího proudu	$I_5 \leq 2$	mA
Saturační napětí výstupů vztaheno k napětí U_5	$U_O = \text{jmen. } 1,8; \leq 2,4$	V
Závěrný proud výstupů	$-I_O = \text{jmen. } 1,0; \leq 50$	μA
Vstupní proud spínacího zesilovače pro přepnutí	$-I_3 = \text{jmen. } 200; \leq 400$	nA



Obr. 170. Funkční skupinové zapojení dotekového spínače SAS6810



Obr. 171. Doporučené provozní zapojení jednobáňového dotekového spínače s obvodem SAS6810

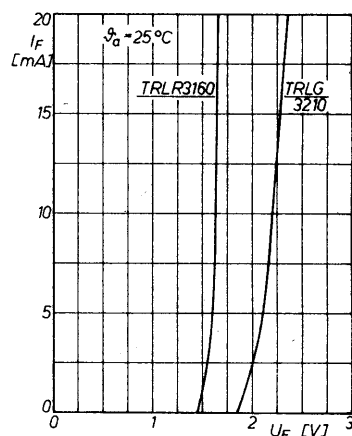
Světelné diody jako zdroj malého referenčního napětí

Červeně svítící diody TRLR3160, vyrobené na bázi GaAsP na galium arzenidové podložce, a zeleně svítící diody TRLG3210 na bázi GaP na galiumfosfidové podložce vyrábí Telefunken electronic speciální technologií s velkou strmostí propustného napětí. Obě diody se proto mohou používat jako zdroj velmi malého referenčního napětí.

Dioda TRLR3160 má při propustném proudu 5 mA propustné napětí 1,6 V $\pm 0,1$ V, dioda TRLG3210 propustné napětí

2,1 V $\pm 0,2$ V. Závislost propustného proudu (od 0 do 20 mA) obou diod na propustném napětí je uvedena na obr. 1. Z průběhu obou křivek je patrná jen velmi nepatrná změna propustného napětí při změně propustného proudu. Proto doporučuje výrobce používat obě diody jako velmi stabilní zdroje referenčního napětí, které se mění s teplotou velmi málo (typicky 0,12 %/K u TRLR3160; 0,10 %/K u TRLG3210). Úplné elektrické údaje obou diod jsou v tabulce 1.

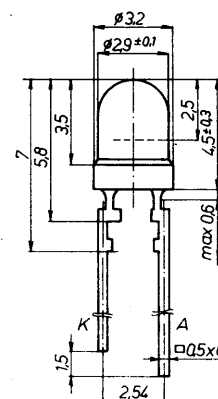
Obě popsané diody jsou v typizovaném pouzdru pro světelné diody s průměrem pouzdra 2,9 mm $\pm 0,1$ mm. Provedení a vnější rozměry pouzdra jsou na obr. 2. Katoda diody je vyvedena na kratší vývod.



Obr. 1. Graf $I_F = f(U_F)$

Tab. 1. Elektrické údaje diod TRLR3160, TRLG3210 jako zdrojů referenčního napětí

Mezní údaje:		
Závěrné napětí	$U_R \leq 6$	V
Propustný proud ($\theta_a \leq 60^\circ$)		
TRLR3160	$I_F \leq 50$	mA
TRLG3210	$I_F \leq 30$	mA
Propustný proud nárazový		
$t_p \leq 10 \text{ s}$	$I_{FSM} \leq 1$	A
Ztrátový výkon ($\theta_a \leq 60^\circ \text{C}$)	$P_D \leq 100$	mW
Teplota přechodu	$\theta_j \leq 100$	°C
Rozsah skladovací teploty	$\theta_{stg} = -55 \text{ až } +100$	°C
Teplota vývodů při pájení	$\theta_l \leq 260$	°C
$t \leq 5 \text{ s}$, 2 mm od pouzdra	$R_{thja} \leq 400$	K/W
Teplotní odpor přechod - okolí		
Charakteristické údaje:		
Platí při $\theta_a = 25 \text{ °C}$		
Propustné napětí		
$I_F = 5 \text{ mA}$ TRLR3160	$U_F = \text{jmen. } 1,6; 1,5 \text{ až } 1,7$	V
TRLG3210	$U_F = \text{jmen. } 2,1; 1,9 \text{ až } 2,3$	V
Teplotní součinitel propustného napětí		
$I_F = 5 \text{ mA}$ TRLR3160	$-TK_{UF} = \text{jmen. } 0,12$	%/K
TRLG3210	$-TK_{UF} = \text{jmen. } 0,10$	%/K
Závěrný proud		
$U_R = 6 \text{ V}$	$I_R \leq 10$	μA
Diferenční odpor v propustném směru		
$I_F = 5 \text{ mA}$ TRLR3160	$r_F = \text{jmen. } 10; \leq 20$	Ω
TRLG3210	$r_F = \text{jmen. } 20; \leq 30$	Ω



Obr. 2. Rozměry pouzdra

Druhou, neméně význačnou předností obou součástek je jejich nízká cena.

Vít. Stráž

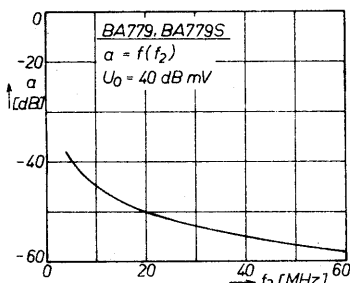
Křemíkové diody PIN

BA779, BA779S

Pro proudově řízené vysokofrekvenční rezistory v nastavitelných děličích vyvinula firma Telefunken electronic křemíkové diody PIN typu BA779 a BA779S. Jejich předností je široký rozsah provozního kmitočtu od 10 MHz do 1 GHz. Mezní údaje diod: Závěrné napětí max. 30 V, propustný proud max. 50 mA, teplota přechodu max. 125 °C, rozsah skladovacích teplot je povolen od -55 do +125 °C.

Charakteristické údaje diod (platí při teplotě 25 °C):
Při propustném napětí max. 1 V je propustný proud diody 20 mA. Při závěrném napětí 30 V je závěrný proud max. 50 nA. Diferenční odpor diod v propustném směru je max. 50 Ω při propustném proudu 1,5 mA a kmitočtu měřicího signálu 100 MHz. Vlastní kapacita diody bez napětí je max. 0,5 pF na kmitočtu 100 MHz. Rozdíl mezi oběma diodami je v impedanci v závěrném směru. Dioda BA779 má impedanci min. 5 kΩ, BA779S min. 9 kΩ (měřeno na kmitočtu 100 MHz bez přivedeného napětí).

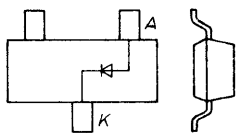
Dynamické vlastnosti diod blíže specifikuje závislost typického zkreslení křížovou modulací na provozním kmitočtu (obr. 1). Závis-



Obr. 1. Typická hodnota zkreslení křížovou modulací diod BA779, BA779S v závislosti na provozním kmitočtu, který je modulován signálem 200 kHz s úrovní modulace 100 %

lost platí v obvodu Π s děličem po 10 dB. Měřicí kmitočet $f_1 = 100$ MHz nemodulovaný, napětí $U_0 = 40$ dB mV. Měřicí kmitočet f_2 je modulován signálem 200 kHz, hloubka modulace 100 %.

Obě diody jsou v miniaturním pouzdru SOT-23 (JEDEC TO-236) (obr. 2). Zapojení vývodů je uvedeno na obr. 2. Protože na



Obr. 2. Zapojení vývodů diod BA779, BA779S, BA885

pouzdrů je málo místa pro označení typového znaku, je uveden jen typový kód: BA779 je označen PN, BA779S znakem +PN. Maximální tepelný odpor přechodu diody k okolí je max. 500 K/W za podmínky připájení diody na desku s plošnými spoji s plochou 50 × 50 mm a tloušťkou 1,6 mm.

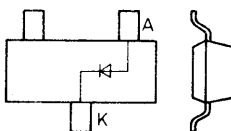
Tab. 1. Elektrické údaje diody PIN BA885

Mezní údaje:		
Závěrné napětí	$U_R \leq 50$	C
Propustný proud	$I_F \leq 50$	mA
Rozsah pracovní teploty	$\theta_a \leq 100$	°C
Rozsah skladovací teploty	$\theta_{stg} = -65 \text{ až } +150$	°C
Tepelný odpor přechod – okolí ¹⁾	$R_{thja} \leq 450$	K/W
Charakteristické údaje:		
Napětí v propustném směru	$U_F \leq 1,1$	V
$I_F = 50$ mA		
Závěrný proud	$I_R \leq 50$	nA
$U_R = 30$ V		
Kapacita diody	$C_D = \text{jmen. } 0,3$	pF
$U_R = 10$ V, $f = 1$ MHz	$C_D = \text{jmen. } 0,23; \leq 0,5$	pF
$U_R = 0$ V, $f = 100$ MHz		
Odpor diody v propustném směru	$r_F = \text{jmen. } 22; \leq 40$	Ω
$I_F = 1,5$ mA	$r_F = \text{jmen. } 5; \leq 7$	Ω
$I_F = 10$ mA		
Vodivost diody v závěrném směru	$g_R = \text{jmen. } 70$	μS
$U_R = 0$ V, $f = 100$ MHz		

1. Při montáži na keramickém substrátu Al_2O_3 s rozměry $16,7 \times 15$ mm a tloušťkou 0,7 mm.

BA885

Křemíkovou diodu PIN BA885 (obr. 2) vyvinula firma Telefunken electronic pro přepínače polarizátoru.



Obr. 3. Zapojení vývodů diody BA885

Je určena pro použití v užitečném kmitočtovém pásmu od 1 MHz do 2 GHz jako:

– proudově řízený vysokofrekvenční rezistor,

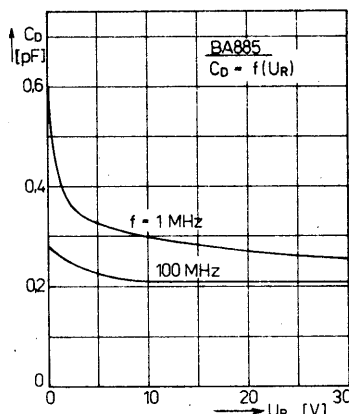
– přepínač polarizátoru v kanálových voličích přijímačů pro družicovou televizi.

Pouzdro: plastové miniaturní SOT-23 pro povrchovou montáž.

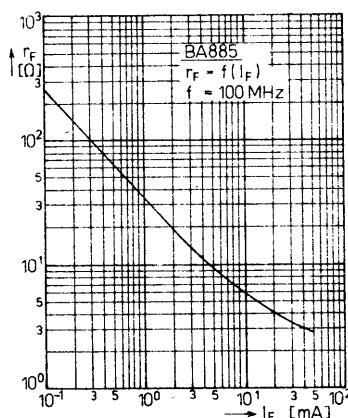
Znak na pouzdra: PA.

Všechny elektrické údaje jsou v tab. 1. Charakteristiky jsou na ob. 3, 4.

Vít. Stráž



Obr. 3. Kapacita diody BA885 v závislosti na



Obr. 4. Odpor diody BA885 v propustném

INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press inzertní oddělení (inzerce ARB), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9 linka 295. Uzávěrka tohoto čísla byla 25. 3. 1991, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme. Text pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

Prodej

BFR90, 91, 96 (24, 26, 30), BFG65 (100), BB405 (29), TL 082, 084, 074, 072 (35, 45, 45, 30), BFT66 (130), SO42 (85), BF961 (20), BF199 (20), celá řada CMOS. D. Cienciala, 739 38 Soběšovice 181.

Trafo na nabíječku (120), trafo 9 V / 0,8 A (68), skříňku na zdroj 120 × 130 × 160 (86), relé různé (15), LUN 6 V (25). J. Forejt, Nad úpadem 439, 149 00 Praha 4.

C520D (80), VQE24 (90), VQE14 (80), VQE22 (60), VQE12 (50), A. Bošek, Tyršova 611, 251 64 Mnichovice.

IO TTL, ECL, roznné aktivní i pasivní elektronické prvky a materiál až so 60 % zřavou. Zoznam za známku (0,50 + 590). ELKO, Vojenská 2, 040 01 Košice.